

50639

50639  
IV/110

MATHEMATIKAI  
ÉS  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
ÉRTESÍTŐ.

A M. TUD. AKADEMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA.

SZERKESZTI

KÖNIG GYULA

OSZTÁLYTITKÁR.

TIZENNYOLCZADIK KÖTET.

1900.

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

1900.





## TARTALOM.

	Lap
ABT ANTAL: Néhány fémoxyd és fémsulfid thermoelektromotorius ereje 100° hőmérsék-különbségnél .....	25
BAUER MIHÁLY: A törzsszámhatvány-rendű csoportok elméletéhez.....	133
DADAY JENŐ: Uj-guineai entomostrakák és hydrachnidák .....	1
— Helminthologiai tanulmány .....	136
HOOR MÓR: Ujabb adatok a dielektromos testek fizikájához .....	268
HORVÁTH GÉZA és MOCSÁRY SÁNDOR: A Magyar Nemzeti Múzeum Troides- gyűjteménye és Erzsébet királyné pillanatja .....	97
KÖVESLIGETHY RADÓ: A csillagrend fizikai értelmezése .....	113
— Az égi testek fejlődése és a föld kora.....	361
KÜRSCHÁK JÓZSEF: Az indukált lineár helyettesítések determinansának rangjáról .....	44
LENGYEL BÉLA: A radioactiv baryumról .....	121
MELCZER GUSZTÁV: Néhány ásványról, főkép Ceylon szigetéről (III. tábla)	305
MOLNÁR GÉZA: A magyar hangsor akusztikai világításban .....	87
RADOS GUSZTÁV: Az orthogonális helyettesítések elméletéhez .....	128
RÁTHONYI REUSZ FRIGYES: A Spalax hungaricus (typhlus) központi ideg- rendszeréről .....	330
SCHMIDT SÁNDOR: A kristályok osztályai (I. és II. tábla) .....	102
SCHULLER ALAJOS: Secundär kathodsugarak .....	257
STÄCKEL PÁL: A nem euklidikus geometria története Bolyai János hátra- hagyott irataiban .....	241
STRAUSS ÁRMIN: A dioptrikai rendszerek osztályozásáról .....	200
SZILÁDY ZOLTÁN: A retyszáti tavak alsóbbrendű rákjai .....	371
TANGL FERENCZ: Vizsgálatok az energiaforgalom élettana köréből.....	78
TANGL KÁROLY: A mágnesezés hatása a rugalmassági modulusra .....	49
— Vizsgálatok a mágnesezés mechanikai hatásáról .....	181
TÖTÖSSY BÉLA: Elemi szimmetriák általánosítása .....	233





# ÚJ-GUINEAI ENTOMOSTRAKÁK ÉS HYDRACHNIDÁK.

DADAY JENŐ I. tagtól.

A BIRÓ LAJOS hazánkfiától Új-Guineában gyűjtött édesvízi mikroskopi anyag tartalmából szerencsém volt a *nematodákat* és *rotatoriákat* már ismertetni. Most, a teljesség kedvéért, alkalmat veszek az *entomosttrakák* és *hydrachnidák* ismertetésére.

A rendelkezésemre állott anyag eredetét illetőleg előre bocsátom azt, hogy termőhelyei gyanánt Berlinhafen, a lemieni ságó láp és Seleó szigete szerepel, melyek közül gazdagság tekintetében a lemieni ságó láp a más kettőnek jóval fölötte áll.

A megfigyelt fajokat systematikai, alulról fölfelé haladó sorrendben mutatom be és földrajzi elterjedésüket illetőleg előre bocsáthatom azt, hogy legnagyobb részük ez idő szerint Új-Guinea kizárólagos fajának tekinthető, de vannak köztük egy-két más faunaterületen élők, sőt kozmopoliták is.

## A fajok jegyzéke.

### I. CRUSTACEA.

#### I. Rend. COPEPODA.

##### 1. *Cyclops oithonoides* Sars.

*Termőhely* a lemieni ságó láp s itt gyakorinak látszik, a mennyiben feles számú példányt találtam. Földrajzi elterjedése igen nagy, mert más világrészekből is ismeretes.

2. *Cyclops serrulatus* FISCH.

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Az előbbeninél ritkább s csak pár példányát találtam. Nagy földrajzi elterjedésére való tekintettel kozmopolitának mondható.

3. *Cyclops phaleratus* (KOCH.)

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Vizsgálataim folyamában csak pár példányt láttam. E fajt is a kozmopolitákhoz sorolhatjuk.

4. *Cyclops fimbriatus* FISCH.

*Termőhely* a lemieni ságó láp; gyakorinak nem mondható. Példányai között hímeket és nőstényeket egyaránt találtam. Tudtommal a palarkti területen kívül ez ideig egyébképpen nem ismeretes.

5. *Canthocamptus papuanus* n. sp.

A nőstény teste kilencz szelvényből áll, a hímé ellenben tizből; mindkettőé hátrafelé lassanként, de kis mértékben vékonyodik. A törzs első szelvénye kúpforma, a nősténynél elől tombpábban, a hímnél hegyesebben kerekített és orrmánya alig észrevehető. A nőstény első törzsszelvénye csak oly hosszú, mint az utána következő kettő együtt, míg a hímé az utána következő három szelvény együttes hosszát éri el.

A potroh-szelvények közül a nőstény genitalis szelvénye a leghosszabb. Az utolsóelőtti potroh-szelvény apró tüskék két koszorúját viseli, míg az utolsón csak egy ilyen van; de a villafüggelékek alapján szintén emelkedik tüskemoszorú. Az alfelfedő meghosszabbodott, kerekített lemez, szabad szegélyén hat erős foggal fegyverzett.

A villafüggelékek rövidek, alig fél oly hosszúak, mint az utolsó potrohszelvény; kúpformájúak, külső oldaluk egyenes, két sörtét visel, a belső ferdén metszett. A csúcscsörték közül legerősebb és leghosszabb a középső, de ez sem hosszabb a törzs egy-

harmadánál; a külső vékony, alig éri el a középsőnek fél hosszát, a belső pedig csak egy negyedét közelíti meg.

A nőstény első csáppárja hétizű, vége felé meglehetősen erősen vékonyodik, izei közül leghosszabb a harmadik, a három utolsó egyforma hosszú.

A him ölelőcsápjai hatizűeknek látszanak, a négy proximalis iz igen vastag, de legerőteljesebb a harmadik, mely a másodikkal és negyedikkel egybeolvadtnak látszik.

A második csáppár belső ágának utolsó ize csúcsán két hosszabb és három rövidebb sörtét visel, felső szegélyén két nagyobb és több apró sörtével fedett; külső ága pálczikaforma, csúcsán kétsörtés.

A négy első lábpár mindkét ága háromizű. A him harmadik lábának szerkezetét nem birtam megállapítani.

Az ötödik lábpár külső ága négyszögletű lemez, mely distalis csúcsán egy külső rövidebb, vékony, egy középső vastag és egy belső vékonyabb, hosszabb sörtét visel. A belső ág csúcsával nem éri el a külsőt, három egyforma erős és nagy csúcs-, továbbá két oldalsörtét visel.

A női ivarnyílás központi része némileg piskótaforma, az ivarnyílás két vége bunkósnak látszik és körülötte a vulva is szélesedett. A vulva két oldalán gömbforma kiemelkedés van. A spermatophorok némileg tojásformák, de a közepük táján erősebben duzzadtak.

A nőstény testhossza villasörték nélkül 0.5 mm.; a him testhossza 0.4 mm.

*Termőhely* Seleo sziget.

E faj fontos ismertető jele a him ölelőjének és az ötödik lábpárnak szerkezete. Alfelfedőjének szerkezetével a *Canthocamptus Zschokkei* SCH.-ra emlékeztet.

#### 6. *Canthocamptus signatus* n. sp.

A nőstény teste hátrafelé gyengén vékonyodik, kilencz szelvényből áll. Fejszelvénye mellső csúcsán meglehetősen hegyesen kerekített; orrmánya nincs. A potroh utolsó előtti három szelvényének két oldalán, a hátulsó szegély közelében, tüskesor emel-

kedik, a mely azonban a hát- és hasoldalon megszakított, egész koszorút nem alkot. Az utolsó potrohszelvény hasoldalán, a villafüggelék belső oldala mellett egy-egy kis sörte emelkedik.

Az alfelnnyilas fedője erősen megnyult, ives, átlátszó, a villafüggeléknek csaknem csúcsáig ér, szegélyén finoman és tömötten fogas, oldalról tekintve fölfelé görbült, hegyes nyujtványnak látszik.

A villafüggelék aránylag rövidek, alig fél oly hosszúak, mint az utolsó potrohszelvény; belső oldaluk csaknem egyenes, a külső ellenben lejtős. Külső oldalukon három kis, a belsőn egy kisebb és egy nagyobb sörtét viselnek. A csücssörték közül csak három fejlett ki jól, ezek közül a középső igen erős és vastag, a külső és belső finom, de az előbbi hosszabb. A villafüggelék csúcsán, a csücssörték tövén vastag, túskeforma nyujtvány van, mely azonban csak oldalhelyzetben látható.

A nőtény első csáppárja nyolczizű, csúcsa felé vékonyodik, izei közül leghosszabb a negyedik, melynek érzőpálcikája az utolsó iznek csúcsáig ér.

A hím ölelőcsápjain a törzs és a kar jól elkülönült, a kettő csaknem egyforma hosszú. A törzs utolsó izé egy érző pálczikát visel.

A második csáppár külső ága igen kicsiny, egyizű, felső oldalán két erősebb, rövidebb, csúcsán két hosszabb sörtét visel.

Az első lábpár ágai háromizűek; a belső ág izei igen vékonyak, az utolsó iz a külső ág utolsó izének csúcsa táján ered, az első iz oly hosszú, mint a külső ág két proximalis izé, a második iz oly hosszú, mint a külső ág harmadik izé. Ilyen szerkezetű a a második láb is. A harmadik és negyedik láb külső ága háromizű, csúcsa oly hosszú, mint a két proximalis együtt, melyek külső csúcukon egy-egy erős tüskét viselnek. A belső ág csupán kétizű, izei közül a proximalis igen rövid; egészben véve ez ág csupán oly hosszú, mint a külsőnek két proximalis izé.

A hím lábainak szerkezetét nem sikerült biztosan megállapítanom.

Az ötödik lábpár protopoditja és endopoditja összenőtt, külső csúcsa kiemelkedett, egy sörtét visel. Az exopodit némileg levélforma, külső oldalain két kis tüskével fegyverzett, csúcsán két erős és egy finom sörte emelkedik, belső oldala finom sörtécs-

késsel szegett s egy hosszabb sörtét visel. Az endopodit csúcsa és belső oldala összesen öt hosszabb sörtével fegyverzett.

A női ivarnyílás környéke meglehetősen bonyolódott szerkezetű; alsó végén csengetyűforma körvonalak láthatók, felső felének két oldalán hegyes csúcsukkal kifelé irányuló V-forma képletek vannak, melyeknek egyik szárához bunkós, rövidnyelű, cuticula testcskék csatlakoznak.

A nőtény hossza a villasörték nélkül 1 mm.; a hím hossza 0.7 mm.

*Termőhely* a lemieni ságó láp.

E faj fő jellemvonása az alfelnyílás fedőjének szerkezete, melyhez járul a lábak és a villa szerkezete is. Emlékeztet a *Canthocamptus staphylinus* (JUR.) és *Canthocamptus trispinosus* BRADY fajokra.

#### 7. *Canthocamptus decoratus* n. sp.

Teste hátrafelé erősebben vékonyodik, kilencz szelvényből áll. A törzs első szelvénye a többinél sokkal szélesebb, elől meglehetősen tompán kerekített, aránylag rövid, kevéssel hosszabb, mint az utána következő kettő együtt. Az orrmányt a hasoldalon fekvő állaton nem birtam megkülönböztetni és valószínűnek tartom, hogy hiányzik. A törzs következő szelvényei közül a második, harmadik és negyedik hátulsó csúcsán meglehetősen erősen kicsúcsosodott, míg az ötödiknek hátulsó csúcsai majdnem derékszögűek, az előtte valók karélyosoknak látszanak.

A potrohszelvények valamennyien csúcsaikon derékszögűek, közülök leghosszabb az utolsó, majdnem oly hosszú, mint az öt megelőző kettő együttléve. A törzs- és potrohszelvények hátulsó szegélye igen apró fogacskákkal fegyverzett. A törzs 2—4. szelvényének fölületén szaggatott harántsorokban finom szemecskék emelkednek. A potroh három utolsó szelvényén a hátulsó szegély előtt egy-egy haránt tüskesor van, mely azonban két oldalról csak • a hát- és hasoldal közepe tájáig halad, itt megszakított, koszorút nem alkot.

Az alfelfedő tompán kerekített lemez és szabad szegélyén 12, meglehetősen erős tüskét visel.

A villafüggelékek meglehetősen szélesek, az őket megelőző szelvény félhosszánál hosszabbak, csúcsuk felé gyengén vékonyodnak. Külső oldalukon egy hosszabb és három rövidebb tüskét viselnek; belső oldalukon egy nagyobb és több apró sörte van. A három csúcssörte közül a külső fél oly hosszú, mint a középső, de annál sokkal vékonyabb. A középső sörte meglehetősen erős, majdnem fél oly hosszú, mint az egész test, gyéren czimpás. A belső sörte igen rövid és vékony, a középsőnél kilenczszerte rövidebb.

Az első csáppár distalis vége felé erősen vékonyodik, hatizű; két proximalis íze a többinél sokkal vastagabb s az utána következőnél jóval rövidebb. A harmadik csápíz egyike a leghosszabbnak s csak az utolsó hosszabb nálánál, distalis vége felé gyengén vékonyodik; sörtenyújtványa oly hosszú, mint a negyedik íz s az erről eredő érzőpálczika az utolsó íz csúcsáig ér. Az utolsó csápíz feltűnő hosszú, a megelőző két csápíz együttes hosszát jóval felülmúlja, csupán hosszú érzőpálczikát visel.

A lábak szerkezetét nem birtam felismerni, mert a rendelkezésemre állott egyetlen példány a mikroskopi præparatumban a hasoldalán feküdt.

Testhossza a villa csúcssörtéi nélkül 0.6 mm., a villasörtékkel 1 mm.

*Termőhely* a lemieni ságó lép.

Az eddig ismert fajok közül leginkább hasonlít a *Canthocamptus Wierzejskii* MRÁZEK-fajhoz, különösen első csápjának hatizűségével; de különbözik ettől szelvényeinek skulpturájával, al-felfedőjének és villájának szerkezetével.

#### 8. *Canthocamptus longirostris* n. sp.

A nőtény teste kilencz, a himé tíz szelvényből áll, hátrafelé meglehetősen erősen vékonyodik. A törzs első szelvénye oly hosszú, mint az utána következő négy együttvéve, elől két oldala meglehetősen szélesen és hegyesen kicsúcsosodott, közepén hatalmas orrmány emelkedik, a mely majdnem fél oly hosszú, mint az első törzsszelvény maga. Az orrmány kis mértékben aláfelé görbült, csúcsa tompán kerekített, sima. A törzs 2—5. szelvénye-

csaknem egyforma hosszú, de fokozatosan keskenyednek, hátulsó csúcsuk megnyult, hegyes.

A nőstény potrohszelvényei közül az első oly hosszú, mint az utána következő kettő együttvéve, az utolsó csak kevéssel rövidebb az előtte valónál, hátulsó szegélye a villafüggelék alapján finom tüskeskoszorút visel. A hím potrohszelvényei egyformák.

A villafüggelék kevéssel hosszabbak az utolsó potrohszelvélynél, aránylag igen szélesek, distalis végük azonban keskenyebb a proximalisnál; belső oldaluk distalis negyedéig gyengén íves, finom sörtécskékkal fedett, azontúl egyenes, síma; külső oldaluknak distalis negyedében erős tüske emelkedik, felső lapjuk két sörtét visel. A csúcssörték közül a középső a legerősebb és leghosszabb, de a test hosszának egyharmadánál nem hosszabb; a külső sörté nem éri el a középsőnek félhosszát, a belső pedig még negyedrésnyi hosszú sincsen és rendkívül finom.

A nőstény első csáppárja nyolczizű, izei közül leghosszabb az utolsó. A negyedik iz érzőpálczikája az utolsó csápiz sörtéit is meghaladja.

A hím első csáppárja nagyon hasonlít a nőstényéhez, nyolcz izét jól lehet megkülönböztetni, negyedik izé valamennyi többinél vastagabb, erősebb; az ötödik és hatodik iz alkotja a könyökizesülést. A negyedik iz érzőpálczikája igen jól fejlett.

A második csáppár csúcsán négy egyenes sörté emelkedik; külső ága csenevész, pálczikaforma, csúcsán két sörtét visel.

A négy első lábpár mindenikének ágai háromizűek. Az első lábpárnak külső ága rövid, izei szélesek, külső oldalukon tüskések; a belső ág majdnem kétszer oly hosszú, mint a külső, de izei vékonyak; első izé egymaga hosszabb a külső ágánál, míg a két utolsó iz alig félakkora, mint az első. A következő lábak egyforma hosszúak és erősek.

A hím harmadik lábának belső ági második izé hosszú, némileg S-forma, hegyes, vékony nyujtványba megy ki, míg harmadik, igen kicsiny izé két hosszú sörtét visel.

A nőstény ötödik lábának külső ága széles, aránylag rövid, külső oldalán egy hosszabb és három rövidebb, csúcsán pedig egy igen hosszú és egy rövid sörtét visel. A belső ág keskenyebb a





négy sörtével fegyverzett, a külső ág keskeny pálczika és csúcán két sörtét visel.

A három első lábpár mindkét ága háromizű; a két első párnak ágai egyforma hosszúak, a harmadiknak külső ága ellenben hosszabb. A negyedik lábpár külső ága háromizű, a belső ellenben csupán kétizű s az előbbinél rövidebb.

Az ötödik lábpár külső ága csúcán kerekített lemezhez hasonlít, három sörtét és egy erős tüskét visel. A belső ág valamivel keskenyebb, csúcsa egyenesre metszett és egy belső rövidebb, meg egy külső hosszabb, erős, tüskeszerű sörtét, ezeknek alapján pedig több rövid sörtét visel.

A himet nem sikerült megtalálnom.

Testhossza a villafüggelékek csúcssörtéi nélkül 0.5 mm.

*Termőhely* Seleo sziget.

E faj fontos ismertető jele a testszelvények száma, a lábak szerkezete s a villafüggelékek csúcssörtéinek rendkívüli rövidsége.

#### 10. *Chydorus sphaericus* (O. F. M.)

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Meglehetősen gyakori. A kozmopolita fajok egyik legközönségesebb képviselője.

#### 11. *Pleuroxus excisus* (FISCH.)

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Nem oly gyakori, mint az előbbi, de földrajzi elterjedésével azt meglehetősen megközelíti.

#### 12. *Pleuroxus hastatus* Sars.

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Több példányát találtam meg, a melyek semmiben sem különböztek az európaiaktól vagy ceyloniaktól.

#### 13. *Duvenhedia serrata* Dad.

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Csak pár példánya került birtokomba, a melyek azonban teljesen megegyeztek a ceyloniakkal.



14. *Alona macrorrhyncha* n. sp.

Teste kis mértékben négyszöghöz hasonlít, de csúcsai kisebb-nagyobb mértékben kerekítettek. Feje meglehetősen aláhajlott és feltűnően hosszú orrmányba folytatódik, a mely egyenesen aláfelé tekint s a test középvonala alá ereszkedik. A homlokszem kevés lencsésű, többé-kevésbé gömbforma. A mellékszeme majdnem oly nagy, mint a homlokszem, a melyhez háromszorta közelebb fekszik, mint az orrmány csúcsához. Az ajaklemez ékforma, oldalai kerekítettek.

Az első csáppár orsóforma, meglehetősen vékony, fél oly hosszú, mint az orrmány. A második csáppár aránylag gyenge, de szerkezetében semmi feltűnő sajátyságot nem mutat.

A héjj hasoldala gyengén íves, a fej- és hátulsó szegély felé csaknem egyformán lejtősodik. A hátulsó szegély gyengén íves, csaknem egyenes, a hátoldalival tompa zúgot alkot, alsó felében igen finom sörtécskékkal szegett, a hasoldali szegélylyel tompán kerekített zúgban találkozik. A hasoldali szegély egyenes, egyforma sörtéccel borított. A mellső szegély meglehetősen kiszökellő, erősebben kerekített. A héjj fölületén tarajok futnak végig s e mellett finoman szemecskés. A tarajok nagy része a hossz tengelylyel párhuzamos, de a héjj mellső részén, főleg a mellső szegély közelében fölfelé irányulnak, ferdén futnak.

A potroh vége felé gyengén vékonyodik, distalis vége erősen kicsúcsosodott. Belső, illetőleg mellső szegélye egyenes, a hátulsó vagy külső az alfelnyílás mellett püpos, azon túl szélesen öblös, hosszában, csaknem egyenlő távolságban a distalis csücsőtől kezdve az alfelnyílásig 12—14 szegélytüske emelkedik, melyek között 1—2 oldali tüske is van. A potroh két oldalán pamatokba rendeződve igen finom sörtécskék sora fejlődött ki. A potroh distalis csücsán egy erős rövid és két kis tüske van. A csücskarmok aránylag hosszúak, gyengén ívesek, hátulsó szegélyük finoman sörtézett. Mellékkarom csupán egy-egy van.

Testhossza: 0.7 mm.; színe sárgásfehér.

Termőhelye Berlinhafen.

Az eddig ismert fajok közül legközelebb áll az *Alona latissima* KURZ. fajhoz, de eltér ettől héjjának és potrohá-

nak szerkezetében; különösen jellemző az utóbbinak tüskézettsége.

15. *Niocyptus Halyi* BRADY.

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Több példányát találtam meg, a melyek semmiben sem különböztek a ceyloniaktól.

16. *Grimaldina Brazzai* RICH.

RICHARD J., *Grimaldina Brazzai*, *Guernella Raphadis*, *Moinodaphnia Mocquereysi*, *Cladocères nouveaux du Congo*. — Mém. Societ. zool. de France. 1892. p. 214. Fig. 1—3.

A tölem vizsgált új-guineai példányok általános jellemek tekintetében azonosak ugyan a congoiakkal, de azért van közöttük a részletekben némi eltérés.

Az új-guineai példányok héjjának hasoldali szegélye fűrészfogas, a fogacskák hézagai között a szegély mellső kétharmadában váltakozva rövidebb és hosszabb tüskék, hátulsó harmadában meglehetősen hosszú sörték emelkednek. A héjj alsó zugán erősebb rövid, a hátulsó szegélyen igen finom és tömötten álló tüskécskék sorakoznak.

A héjj fölülete harántul futó s aztán egymással érintkező vonalaktól terecskézett. A terecskék finoman szemecskések.

A potrohnak hátulsó s illetőleg hátoldali szegélye egyszerűen tompán kerekített, felső részében bemélyedés nélkül; igen finom szegélytüskékkel fedett. A csúcskarmok simák. A mellékkarom igen kicsiny.

Testhossza: 0.45—0.55 mm.; szélessége: 0.3—0.45 mm.

*Termőhely* a lemieni ságó láp.

E faj még eddig csak a francia Congo-államból volt ismeretes Mayoumba és Caca Mueca termőhelyekről.

17. *Moinodaphnia Mocquereysi* RICH.

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Csak kevés példányát találtam meg. Még eddig csupán a francia Congo-államból volt ismeretes.

18. *Ceriodaphnia cornuta* Sars.

*Termőhely* a lemieni ságó láp. Több példányát vizsgáltam, a melyek habitus tekintetében ugyanazt a variálást mutatták, a mit a ceyloniak.

19. *Diaphanosoma Sarsi* Rich.

RICHARD J. Revision des Cladocères. — Annales des Scienc. Natur. 7. ser. 18. Tom. p. 365. Pl. 15. Fig. 1. 8.

A rendelkezésemre állott nagyszámú példány a test általános habitusában, héjjának szerkezetében teljesen megegyezik a RICHARD J.-től leírt tipikus példányokkal, a potroh szerkezetében azonban fontos eltérést mutat.

A potroh két oldalán ugyanis a tölem vizsg lt példányoknál 2—3 hosszorsban, csoportokba rendeződött igen finom tüskék emelkednek, a melyeknek jelenlétéről RICHARD J. rajzán és leírásában semmi említés nincs. A csúcskarnok mellékkarmai fölülről lefelé haladó sorrendben hosszabbodnak, legrövidebb a felső, leg-hosszabb az alsó.

Ha a potroh két oldalának finom tüskepmatai a RICHARD J. példányainál tényleg hiányzanak, akkor a tölem vizsgált példányok egy új fajnak, vagy legalább is egy varietásnak lehetnek képviselői.

Igen érdekesek az új-guineai példányoknak a petéi is, a mennyiben burkuknak fölületén nagyszámú, újforma nyujtvány emelkedik s ezek a petének azt a külsőt kölcsönzik, mintha tüskés lenne.

*Termőhely* Berlinhafen, illetőleg a lemieni ságó láp.

20. *Pseudosida papuana* n. sp.

Teste megnyultnak látszik, sokkal hosszabb, mint a milyen széles. Feje kétszernél többel rövidebb a törzsnél s a kettő között alig észrevehető mélyedés van csupán. A fej egészben véve tompán kerekített kúphoz hasonlít, hátoldala lejtős, közepe táján gyengén kiemelkedett, homloka meglehetősen hegyesen kerekített, hasoldala lejtős, egyenes, igen tompa és nagy orrmányt alkot.

A homlokszem nagyon közel fekszik a homlokhoz, ellipsis-forma, lencséi aránylag aprók és számuk nagy. A festékfolt kicsiny, kerek folthoz hasonlít.

Az első csáppár aránylag rövid, pálczikaforma, hengeres, mindenütt egyenlő vastag, csúcsán a tapintóostor mellett hat érző-pálczika emelkedik.

A második csáppár törzse feltűnő vastag, distalis végén a külső csúcs két, a belső egy erős, tűskereszű nyujtványt visel. Alapjának közelében kéttagú érzősörte emelkedik. A kétizű csápágnak első íze hét-nyolcz tollassörtével és külső distalis csúcsán egy egyenes és egy görbe tűskével fegyverzett. A második íz oldalán kilencz, csúcsán két tollas, kéttagú sörte és két egyenes tűske emelkedik. A háromizű csápág középső íze kétszernél többel hosszabb a proximalis és distalis isnél, egy csúcstűskét és egy tollas sörtét visel; az utolsó íz négy tollas sörtével fegyverzett.

A törzs héjja hátoldalán majd erősebben, majd gyengébben íves, a hátulsó szegélylyel egy kiskiemelkedő zúgot alkot. A hátulsó szegély egészben véve hegyesen kerekített, a hasoldali szegélybe észrevétlenül megy át, alsó negyedében kiálló nyujtványokról 2-6 sörte emelkedik, ezek fölött tűskepamatok vannak, a melyeken túl a szegély egész hosszában igen apró, tömötten álló sörtécskék sorakoznak. A hasoldali szegély egész hosszában betüremlett, közepén sörtétlen, elöl nyujtványokról emelkedő hosszú, tollas sörtéccel fedett, melyeknek sora rövid tűskékbe megy át; hátulsó harmadában a sörték ismét fellépnek. A héjj egész fölülete szemecskésnek látszik.

A potroh egészben véve ékforma, distalis vége felé gyengén keskenyedik. Felső s illetőleg hátulsó szegélyén 12-15 tűskepamat sorakozik, az egyes pamatok két-négy tűskéből állanak. A potroh oldalai hosszsorokba és aztán ívelten rendeződött igen finom tűskécskék 3-4 sorával ékítették. A csúcscarmok alapjának közelében három nagy, tűskeforma sörte emelkedik, melyek közül a distalis a leghosszabb, a más kettő fokozatosan rövidül; ezekkel átellenben 3-4 finom, rövid sörte van. A csúcscarmok gyengén ívesek, majdnem egyenesek, proximalis harmaduknak külső oldalán öt-hat erősebb tűske emelkedik, hátulsó szegélyük finom tűskécskék sorával fedett, úgyszintén csúcsuknak mellső szegélye is.

Testhossza: 1·7—2 mm. A borszeszben konzervált példányok színe barna.

*Termőhely* a lemieni ságó láp, honnan több példány állott rendelkezésemre.

A genus eddig ismert fajai közül testének külső habitusával a *Pseudosida Szalayii* DAD. fajra emlékeztet, de különbözik ettől, valamint a *Pseudosida bidentata* HERR. fajtól is héjjának, első csápjának és potrohának szerkezetével, nemkülönben homlok-szemének alakjával és elhelyezésével is.

## 21. *Eulimnadia Dahli* Sars.

*Termőhely* Seleo sziget. Feles számú példány állott rendelkezésemre, a melyek semmiben sem különböztek a Sars G. O.-tól leirtaktól.

## 22. *Cypridella dubiosa* n. sp.

Kagylói oldalról nézve magas veseformát mutatnak. A mellső kagylószegély magasabb a hátulsónál, egészben tompán kerekített, de felső harmadában kissé púposodottnak látszik, szabad szegélyét finoman és tompán fogazott keskeny cuticula-perem határolja, melyen belül széles likacscsatornás öv következik. A likacscsatornák valamennyien egyenesek, övük belül és kívül csipkésnek látszik. A likacscsatornák külső nyílásáról egy-egy sörte emelkedik, de e mellett az egész kagylószegély sok finom sörtével is fedett. A hátoldali kagylószegély közepén erősen íves, majdnem egyformán lejtősödve megy át a mellső és hátulsó csúcshoz, de a mellső felé mégis valamivel meredekebb. A hátulsó csúcshoz alacsonyabb a mellsőnél, hegyesen kerekített, likacscsatornás öve nincs, de tömötten szőrözött. A hasoldali kagylószegély közepén gyengén öblös, cuticula-peremet és meglehetősen széles likacscsatornás övet visel, egész hosszában tömötten szőrös.

Fölülről nézve a kagylók igen széles tojásformát mutatnak, melynek mellső csúcsa hegyes, a hátulsó ellenben szélesen kerekített, de közepén kissé bemélyedt, legszélesebb hátulsó negyedében.

A kagylók fölülete kissé érdesnek és szemecskésnek látszik, tömötten szőrös.

Az izombenyomatok száma négy s ezek meglehetősen szorosan csoportosulnak egymás mellé. A legfelső izombenyomat valamennyi többinél nagyobb, veseforma. Ez alatt egy tojásforma magános benyomat következik, mely alatt már kettő sorakozik olyformán, hogy az előbbit hátul elzárják.

A második csáppár evező-sörtepmata kevéssel haladja meg a csúcskarmokat. A szaglópálczika meglehetősen hosszú.

A felső állkapcsok tapogatóján a duzzadt, mereven czimpás érző sörteken kívül egy levélforma, finoman szőrös érző-képlet is van.

Az alsó állkapocs tapogató nyujtványa hosszabb a rágónyujtványoknál, distalis ízének csúcsán az egyik sörte a többinél erősebb, karomforma. Az első rágónyujtvány csúcsán a sörték közül kettő tuskévé erősödött, kéttagú és oldalain 2—3 pár fogacskát visel, mint az *Eucypris*-genus fajai.

A második maxilla-pár tapogatója egyizű, hengeres, erőteljesen fejlett, csúcsának középsörtéje a más kettőnél kétszer hosszabb, síma, a belső sörte ritkán czimpás, czimpái igen hosszúak. A kopolyfüggelék igen jól fejlett, hatsörtés karaly.

Az első lábpár egészben véve ötizű; csúcskarma rendkívül hosszú, a mennyiben oly hosszú, mint a megelőző négy lábíz együttléve, sarlóformán görbült.

A második lábpár csúcsa teljesen olyan szerkezetű, mint az *Eucypris*-fajoké; csúcskarma aránylag hosszú, erősen görbült, finoman sörtés és distalis csúcsa horogszerű.

A villafüggelékek meglehetősen hosszúak, de feltűnő keskenyek. Az oldalsörte kifejlett, a két csúcskarom s a csúcssörte szintén, mely utóbbi igen rövid, alig teszi ki a mellső csúcskarom  $\frac{1}{9}$ -ed hosszát. A mellső csúcskarom erőteljes, igen hosszú, csak kevéssel rövidebb a villalemezeknél. A hátulsó csúcskarom sörteforma, vékony, majdnem oly hosszú, mint a villafüggelékek fele.

A hepatopankreas-mirigy jól fejlett, a kagylók falazatának állományába meglehetősen mélyen benyomul.

A petefészek igen hosszú, distalis felében kétszer hurkolt.

Kagylók hossza: 0.45—0.6 mm.; magassága: 0.35—0.4 mm.; legnagyobb átmérője: 0.4—0.5 mm. A borszeszben konzervált példányok színe zöldesnek látszik.

*Termőhely* a lemieni ságó láb.

E faj kagylóinak habitusával nagy mértékben emlékeztet a *Cypridopsis globulus* Sars. és *Cypridopsis minna* (King) fajokra, amelyeket Vávra V. újabban a *Pionocypris*-genus tagjainak tekint. A villafüggelékek szerkezetét tekintve azonban a *Cypridopsis globulus*-szal egyezik. Igen fontos különbség azonban az említett két faj s ezen új faj között a második maxillapár kopolyúfüggelékének hiánya amazoknál és teljes fejlettsége emennél. Ez indított engemet arra, hogy e fajt az említettektől különállónak, sőt más genus képviselőjének tekintsem, mert nem tételezem fel azt, hogy oly jeles bűvár, a minő az *Entomotrakák* terén Sars G. O., meg ne látta volna a második maxilla kopolyúfüggelékét a *Cypridopsis globulus*-nál, ha az tényleg meg lenne. Abban az esetben, ha a későbbi vizsgálatok a második maxilla kopolyúfüggelékének jelenlétét a *Cypridopsis globulus*-nál s a Vávra V.-től a *Pionocypris* Vávra. genusba sorolt többi fajknál is kiderítenék, úgy teljesen elejtendőnek tartanám a *Pionocypris* Vávra. genust, fajait a *Cypridella* Vávra. genusba osztandóknak javasolnám, mikor is aztán a *Cypridella dubiosa* n. sp. igen közeli viszonyba jutna a *Cypridopsis* (*Pionocypris recte Cypridella*) *minna* (King) fajjal, esetleg ennek synonymjévé törpülne.

### 23. *Eucypris fabaeformis* n. sp.

Kagylói oldalról nézve némileg babhoz hasonlítanak, mindkét végükön csaknem egyforma szélesek. A mellső kagylószegély meglehetősen erősen kerekített, a hátoldal felé azonban kissé lejtősen emelkedik s ebbe észrevétlenül megy át, épen úgy észrevétlenül megy át a hasoldaliba is, de itt megtartja ívességét. A hátoldali kagylószegély csak nagyon kis mértékben íves, majdnem egyenes, a mellső csúcsszegély felé erősebben, a hátulsó felé alig észrevehetően lejtősödött. A hátulsó csúcsszegély erősebben és hegyesebben kerekített a mellsőnél, egyúttal valamivel keskenyebb; a hát- és hasoldaliba észrevétlenül megy át. A hasoldali szegély mellső harmadában meglehetősen feltűnően vajt, elől erősebben, hátul nagyon kis mértékben íves. A két csúcs- és a hasoldali szegélyen a likaecsatornáknak semmi nyoma, de a szegélysorték kis



kiemelkedésről indulnak ki s valamennyi kagylószegély legkülső határán igen keskeny átlátszó cuticula-öv vonul végig.

A kagylók fölülről nézve keskeny csolnakformát mutatnak, mindkét csúcuk egyforma hegyes, legszélesebbek közepükön.

A kagylók belső peremlemeze a mellső csúcsszegély közelében meglehetősen keskeny, ezzel párhuzamos, míg a hátulsó szegély mellett jóval szélesebb, belső szegélyének közepe táján kicsúcsosodott.

A kagylók falazata nagyon hajlékony cuticula, kevés, vagy semmi meszet sem tartalmaz, fölülete gyéren szőrös.

A második csáppár evezősörte-pamata a csúcscarmok distalis végét alig haladja meg. A belső ág első ízének érzőpálczikája aránylag hosszú és vékony.

Az alsó állkapocs első rágónyujtványán két sörte a többinél erősebb, hosszabb, kéttagú, distalis tagján kétoldalt fogazott.

Az első lábpár csúcskarma igen hosszú és vékony. A második lábpár utolsó ízének csúcskarma hosszú, vékony, gyengén görbült.

A villafüggelékek aránylag szélesek, csaknem egyenesek, de distalis végük kissé hátra, a proximalis ellenben előre görbült; hátulsó szegélyükön finom tüskék sora emelkedik. A csúcssörte majdnem oly hosszú, mint a mellső csúcskarom, igen finom. A mellső csúcskarom feltűnő erős, egyenes, erősen fogas, a hátulsó S-formán görbült s ugyancsak erősen fogas. Az oldaltüske igen rövid, finom szőröcskékkal fegyverzett s a hátulsó csúcskarom tövéhez közeledett.

Kagylók hossza: 1·3 mm.; magassága: 0·45—0·5 mm.; szélessége: 0·18—0·2 mm.

*Termőhelye* a lemieni ságó láp.

Az eddig ismert fajok közül leginkább hasonlít az *Eucypris maior* BAIRD (*Eucypris Malcomsoni* BRADY) fajhoz, de különbözik ettől kagylóinak habitusával és potrohának szerkezetével. Egyik fő jellemvonása a likaacsatornák hiánya s a villafüggelékek egyező szerkezete.



24. *Cypricercus affinis* n. sp.*Nőstény.*

Kagylói oldalról nézve némileg veseformák. A mellső kagyló-szegély meglehetősen tompán kerekített s majdnem egyformán megy át a hát- és hasoldaliba, a hátulsónál szélesebb. A hátoldali szegély íves, elől meredek, hátul lankás lejtővel ereszkedik le. A hátulsó csúcsszegély közepén kúpformán kihegyesedett és hegyesen kerekített, a hát- és hasoldali szegélybe egyforma lejtővel megy át. A hasoldali szegély közepén gyengén öblös. A jobb kagyló kisebb a balnál, különösen hátulsó csúcsszegélye rövidebb. A mellső- és hátulsó csúcs-, valamint a hasoldali szegélyen nincs likacsatorna, valamennyi gyéren szőrözött és keskeny cuticula-peremmel határolt.

Fölülről nézve a kagylók némileg tojásformát mutatnak, mellső csúcsuk hegyesebb a hátulsónál, legszélesebbek közéjük táján.

A kagylók fölülete gyéren szőrös és semmiféle skulpturát sem mutat.

Az izombenyomatok egymás közelébe csoportosultak, a legfelső osztott, alatta egy sorban kettő következik, melyek közül egyik hosszában osztott *s* mellett még egy kis mellékbenyomat is van. A legalsó izombenyomat valamennyi között a legnagyobb, középen kettő osztott *s* alatta két kis mellékbenyomat következik.

A második csáppár evezősörtepmata meglehetősen hosszú, a mennyiben a csúcskarmokon túl terjed.

Az alsó állkapcsok tapogató nyujtványa vékony, a rágónyujtványoknál hosszabb. Az első rágónyujtvány két tüskéje a többinél erősebb, de simának látszik.

Az első lábpár csúcskarma hosszú, vékony, sarlóforma, majdnem oly hosszú, mint a láb három utolsó ize együtt.

A második lábpár csúcskarma meglehetősen rövid, vastag és sarlóformán gyengén görbült.

A villafüggelékek kardformán görbültek, aránylag keskenyek, hátulsó szegélyük finoman sörtézett, oldalsörtéjük hiányzik. A csúcssörte vékony, fél oly hosszú, mint a mellső csúcskarom,

a mely erős, gyengén íves és finoman fogazott. A hátulsó csúcskarom egyenes, sörteforma, a mellsőnél kevéssel rövidebb és sima.

*Hím.*

Kagylói oldalról nézve egészben hasonlítanak a nőstényekéhez, de csúcsszegélyeik majdnem egyformák. A hátulsó csúcsszegély ugyanis nem kúpformán kiálló, mint a nősténynél, hanem tompán kerekített.

Fölről tekintve a kagylók ugyanazt a formát mutatják, a mit a nőstényeké, az izombenyomatok számában és elhelyezésében sincs nagy különbség.

A csápok és állkapcsok szerkezetében a hímek teljesen egyeznek a nőstényekkel.

A jobb második maxilla tapogatójának alapizén egy érző sörte van; a csúcsiz sarlóformán erősen görbült, alapja igen széles, csúcsa felé vékonyodik. A bal második maxilla tapogatójának első íze distalis belső csúcsán nyújtványba megy ki, mely alatt érző sörte ered; a második íz hosszú, sarlóforma, majdnem egész hosszában egyforma vastag, alapja mellett egy sörte emelkedik. Mindkét tapogató csúcsán finom érzőképlet van.

A villa szerkezet tekintetében a nőstényéhez hasonlít, de valamivel görbébb.

A herék a genusra jellemző lefutást mutatják. A ductus ejaculatorius az *Eucypris*-genus himjeire emlékeztet. A közösülő szerv egészben pyramisforma, proximalis része széles, egyik csúcsán kerekített, a másikon kihegyesedett; mellső szegélye íves, a hátulsó öblös; mellékmezejének egyik csúcsa kerekített, a másik kétfogú. A vas deferens több hurkot alkot.

Kagylók hossza: 0.45—0.6 mm.; magassága: 0.25—0.3 mm.; szélessége: 0.15—0.18 mm. A nőstény csak kevéssel nagyobb a hímnél.

*Termőhely* Seleo sziget.

A genusnak eddig ismert két fajától, a *Cypricercus cuneatus* Sars. és *Cypricercus reticulatus* Dad. fajoktól kagylóinak habitusával, a him második maxillaris tapogatóinak és közösülő szervének szerkezetével tér el. Igen közel áll különben a *Cypricercus cuneatus*-hoz a nőstény kagylóinak alakjával, de különbözik aztán a him kagylóinak formájával.

## HYDRACHNIDAE.

25. *Atax multiporus* n. sp.

Teste fölülről egészben véve gömbformának látszik, elől azonban szélesen és tompán kerekített, majdnem egyenesre metszett; oldalai ívesek, de hátrafelé haladva mindinkább közelednek egymáshoz, minek következtében hátul sokkal keskenyebb s itt gyengén öblös. A homlok két oldalán a csápforma sörték meglehetősen kiemelkedésen ülnek. A hátulsó testvég közelében két oldalt egy-egy nagyobb és egy-egy kisebb kiemelkedésről hosszú evezősörte ered. A hátoldal hosszában három pár sörte emelkedik. Oldalról tekintve az állatot, annak negyedik epimerájánál hegyeshalmocskát látunk.

A tapogatók aránylag rövidek, vékonyak, második és harmadik ízük csaknem egyforma vastag és hosszú, a harmadiknak külső distalis csúcsán erős, hosszú sörte emelkedik, a negyedik íz nem sokkal hosszabb a megelőzőknél, de jóval vékonyabb, középtáján és distalis csúcsa közelében kiemelkedést s ez utóbbi mellett egy finom sörtét visel. Az utolsó íz meglehetősen rövid, vége háromfogas.

A lábak közül a két első pár a többinél valamivel vastagabb, a harmadik pár valamennyinél rövidebb, de a negyedik pár az összes többinél kevéssel hosszabb. Az első láb ízei erős, vastag sörtéket viselnek, melyeknek száma a 2. ízben egy, a 3.-on kettő, a 4.-en és 5.-en öt. A második lábpár sörtéi gyengébbek az elsőéinél, számuk a második és harmadik ízben kettő-kettő, a negyediken és ötödiken négy-négy; az ötödik íz belső oldalán igen finom szőrök emelkednek. A harmadik lábpár második ízben 3, a harmadikon 2, a negyediken 3 s az ötödiken 7 erős sörte van, melyek közül a belső distalis csúcson ülő fogazott; a negyedik és ötödik íz 5—6 evezősörtét is visel. A negyedik lábpár második íze egy nagy sörtével fegyverzett csupán, a harmadik íznek belső oldalán 5, a negyediken 9 s az ötödiken 11 erős rövid túske emelkedik; a harmadik, negyedik és ötödik ízben evezősörték is vannak, melyeknek száma legnagyobb a harmadik s legkisebb az ötödik ízben. Igen jellemző a negyedik lábpár hatodik, utolsó íze, a meny-

nyiben ez közepén elvékonyodott és sarlóformán görbült. A lábak karmai egyszerűek.

Az epimerák közül legterjedelmesebb a negyedik pár, a mely csaknem négyszögletű, egész hosszában egyenlő széles, felei belső végeikkel érintkeznek, a középvonalban kicsúcsosodnak, belső zúgaik kerekítettek. A harmadik epimerapár hosszabb, mint széles és feleinek belső vége nem érintkezik. Valamennyi epimerapárnak fölületén gyéren elszórt, rövid, fehér sörtécskék emelkednek.

Az ivarnyílás hátrafelé irányuló halmon ül s némileg szívforma. Az ivarnyílás közepe táján kis hyalin kiemelkedés van, míg a halom két oldalán 8—8 tüske emelkedik. A külső ivarlemezek a negyedik epimerapár s az ivarhalom között fekszenek, még pedig az utóbbi két oldalán ívesen. Mindenik ivarlemez meglehetősen széles, íves szalaghoz hasonlít és nagyszámú apró porust s ezek között több sörtét visel.

Test hossza: 1.1 mm.; legnagyobb szélessége: 1.1 mm. A borszeszben konzervált egyetlen példány színe sárgásfehér.

*Termőhely* a lemieni ságó láp.

Az eddig ismert fajoktól több tekintetben eltér. Egyik jellemvonása testének általános habitusa; de még sokkal fontosabb jellemei a negyedik epimerapár kicsúcsosodása, az ivarnyílás halomszerű kiemelkedése, az ivarlemezek elhelyezkedése, alakja, szerkezete s végre a negyedik lábpár utolsó ízének sarlóforma görbülése.

## 26. *Curvipes Piersigi* n. sp.

### *Nőstény.*

Teste tojásforma, elől hegyesebben, hátul tompábban kerekített. Testtakarója finoman pontozott, épen úgy a végtagok burka is.

Tapogatói aránylag rövidek, de meglehetősen vastagok, különösen pedig második proximalis ízük. Az utolsóelőtti íz majdnem oly hosszú, mint az öt megelőző kettő együttvéve, de ezeknél sokkal vékonyabb, közepe táján két, distalis végén belül egy halomcskát visel, a melyekről finom tapintósörte ered. Utolsó ízük háromfogas.

A lábak aránylag vékonyak, az első a többinél rövidebb s

valamennyi között a negyedik pár a leghosszabb s ennek két utolsó íze feltűnően meghosszabbodott és megvékonyodott.

Az epimerák jól fejlettek. Az első epimerapárnak alsó csúcsa egymáshoz közeledett, külső zúgáról sarlóforma nyujtvány indul ki hátra és kifelé. A harmadik és negyedik epimerapár jobb és baloldali fele között meglehetősen hézag van. A harmadik epimerapár felső szegélye közepén feltűnően öblös, úgy, hogy külső vége előre irányul; belső vége függélyesen egyenesre metszett, de felső zúga kerekített. A negyedik epimerapár belülről kifelé haladtában erősen szélesedik, belső vége egyenesre metszett, alsó szegélye feltűnően kicsúcsosodott, úgy, hogy az egyes epimerák ötcsúcsúak; külső végük a láb első ízének befogadására erősen vajt.

Az ivarnyílás hosszú rés elliptikus udvarral. A külső ivarlemezek tíz, csaknem egyforma porust viselnek, a melyek egykettőnek kivételével a lemezek külső szegélye mentén helyezkedtek el. Az ivarlemezek s az utolsó epimerapár között mindkét oldalon egy-egy porus nyílik.

Testhossza : 1.2 mm.; legnagyobb szélessége : 1 mm.

*Hím.*

Testének alakja és testtakarójának szerkezete a nőstényéhez hasonlít; tapogatói sem különböznek azétól.

Epimerái a hasoldalnak kétharmadát majdnem teljesen elfödik, egymáshoz simultak annyira, hogy a második és harmadik pár között csak igen kis hézag marad szabadon. A második epimerapár az elsőnél nagyobb, ékforma, kifelé szélesedik. A harmadik epimerapár keskeny, ferdén fekvő szalaghoz hasonlít, két fele belső végével nem érintkezik, felső belső zúguk kerekített. A negyedik epimerapár egymaga majdnem akkora, mint a három első pár együttvéve, két fele belső végével egymáshoz erősen közeledett, köztük csak nagyon keskeny hézag maradt fenn; felső szegélyük kívülről befelé lejtős, a hátulsó ellenben belülről kifelé s e mellett gyengén ives; külső szegélyük közepén, a lábak első ízének befogadására csúcsosodott, az alsó szegélylyel hegyes csúcsot alkot.

A lábak közül a három első vékony, míg a negyedik meglehetősen vastag. A harmadik lábpár utolsó íze distalis vége felé feltűnően vastagodik, szabad csúcsán erősen görbült kettős karom s e fölött ostorforma vastag sörte van.

A külső ivarnyílás a negyedik epimerapár közvetlen közelében fekszik, körülete három karélyos. A külső ivarlemezek egyenesen kifelé irányuló széles lemezek, a melyeken nagyobb számú, különböző alakú és nagyságú porusok vannak szabálytalanul elszórtan. Az ivarlemezek és az utolsó epimerapár közötti keskeny területen két-két kis porus fekszik.

Testhossza: 1 mm.; legnagyobb szélessége: 0.8 mm.

A lárva lényegében nem különbözik a többi ismert fajokétól. Egyik jellemvonása az, hogy a lábak utolsó ízének distalis vége a karmok közelében meglehetősen duzzadt s az ivarnyílás két oldalán fekvő piskótaforma lemezekon két-két nagy, körforma porus és három-három sörte van.

*Termőhely* a lemieni ságó láb.

E faj, melyet a jeles hydrachnologus PIERCE E. nevééről neveztem el, bizonyos tekintetben átmenetet alkot a *Curvipes conglobatus*, *Curvipes disparilis* és *Curvipes rotundatus* között, de bőrének szerkezetével, ivarlemezeinek alakjával és porusainak számával ezektől mégis különbözik.

## 27. *Arrenurus Koenikei* n. sp.

Teste könnyen felismerhetőleg törzsre és farkra tagolódott. A törzs kissé megnyult, majdnem szabályos nyolczszöghöz hasonlít, mellső oldala gyengén öblös, két középső oldala a többinél valamivel hosszabb s az íveltség gyenge nyomait is mutatja. A hátoldali ív elül meglehetősen kerekített s minden feltünőbb zúg alkotása nélkül fut le a farkra; közepe táján két nagyobb közép- és két kisebb oldali dudorka van, a melyekről egy-egy sörte emelkedik. A fark egész hosszában egyenlő széles, oldalai egyenesek, hátulsó vége két halmocskát alkot, melyekről egy-egy hosszú sörte emelkedik; distalis csúcsának közelében egy meglehetősen széles halmocska dudorodik ki s erről jobb- és baloldalon egy-egy sörte ered. Oldalról nézve a törzs háti része tompán íves és meglehetősen meredek lejtővel ereszkedik alá a farkba. A fark distalis csúcsa ferdén metszett, hullámos, felső csúcsa meglehetősen nagy; a hullámhegyekről sörték emelkednek.

A tapogatók aránylag kicsinyek, szerkezet és sörtézettség tekintetében semmi különöset nem mutatnak.

A lábpárok közül a negyedik a többinél sokkal hosszabb, negyedik ízének distalis belső végén a cuticula-nyujtvány meglehetősen hosszú; ötödik ízének megfelelő pontján szintén emelkedik cuticula-nyujtvány, melynek csúcsa két erős tüskével fegyverzett. Valamennyi lábnak összes ízei meglehetősen sok erős tüskét viselnek, de az első lábon evezősörték nincsenek.

Az epimerák között legnagyobb a negyedik pár. Az első epimerák meglehetősen távol állanak egymástól s csupán alsó csúcsukkal érintkeznek.

Az ivarnyílás kicsiny, az ivarlemezek keskeny szalagok és sok apró porust viselnek.

Testhossza: 1 mm.; színe sötétzöld.

*Termőhely* a lemieni ságó láp.

E faj, melyet a jeles hydrachnologus KOENIKE F. nevéről neveztem el, törzsének habitusában az *Arrenurus caudatus*-hoz, farka distalis csúcsának szerkezetével pedig némileg az *Arrenurus securiformis*-hoz hasonlít, de negyedik lábának szerkezetével s több más bélyegeivel mindkettőtől különbözik.



# NÉHÁNY FÉMOXYD ÉS FÉMSULFID THERMO- ELEKTROMOTORIUS EREJE 100° HŐMÉRSÉK KÜLÖNBSÉGNÉL.

ABT ANTAL-tól.

## 1. Irodalmi rész.

Már SEEBECK, a hővillamosság feltalálója, alapvető kísérleteit\* nem csak a fémekre, hanem azoknak ötvényeire és néhány érczre is kiterjesztette. Azokkal megállapította, hogy a hővillamosság feltételei a hőmérsék különbség az érintkezési helyeken és a fémi érintkezés, a mely legtökéletesebb az összeforrasztásnál, továbbá azt is, hogy az elsővel növekedik a két fém thermoelektromotorius ereje, vagy a hogy ő nevezi, mágnességi feszültsége, így például, ha az egyik fém folyós állapotban van. Úgy tapasztalta, hogy ebben az esetben a mágnességi polárosság ugyanaz maradt, a milyen volt a thermoelem csekélyebb hőmérsékleti különbségénél, csak a mágnességi feszültség növekedett. Ő tehát a thermoelektromos áram megfordulását egy bizonyos magasabb hőmérsék-nél úgy látszik nem észlelte.

Együttal megállapította az általa vizsgált testeknek mágnességi sorát, melyről azonban azt állítja, hogy tagjai nem követik a Volta-féle feszültségi sor törvényeit, de hogy több, ugyanazon fémcombinációkból álló thermooszlopnak mágneses polarisatioja egyenlő körülmények között épen úgy megaladja egy thermo-

---

\* «Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz», Denkschrift der kön. Acad. 1822 és 1823. — Ann. d. Physik. u. Chemie. Bd. VI. pag. 1, 133 és 253.

elem mágneses polarisatioját, mint egy Volta-oszlop egy galvan-elemét.

Megfigyelte továbbá azt is, hogy a fémek helyzete a mágnességi sorban a hőmérsékkel, különösen nagyobb hőmérséknél, változik és hogy ugyanazon fémből álló vezetőláncban hőmérsékkülönbség thermoelektromos áramlást hoz létre, és végre, hogy az elektromosság (szerinte mágnesség) egy fémrúd végének hevítésénél kezdetben mindig a legnagyobb volt, azután csakhamar gyengült, a mint a hő a rúdiban tovaterjedett.

Vizsgálatainál a hőmérsékkülönbségtől eredt mágnességi polarisatiót egy mágnestűnek fokokban kifejezett elhajlása által határozta meg, a nélkül, hogy a thermoelektromos áram intenzitását valamely egység szerint kifejezte volna. Ez okból és mérési módszerének, illetve mérő eszközének csekély érzékenysége miatt nem felelt meg az általa felállított mágnességi sor egyúttal a feszültségi sor törvényeinek.

Pontos áramintenzitás-méréseket először BECQUEREL\* tett. 1826-ban, a ki a Seebeck által felfedezett thermoelektromos áramokat felhasználva, egy réz-vas elem egyik forraszhelyét olvadozó jégbe, másikat pedig üvegcsőbe forrasztva egy higanyfürdőbe helyezte, melynek hőmérsékletét borszeszlámpával lassankint  $5-5^{\circ}$  vagy  $10-10^{\circ}$ -kal emelte és mindannyiszor a galvanometer mágnestűjének kimozdulását a mágneses délkörből megfigyelte. Méréseihez használt galvanometere asztatikus türendszerrel volt ellátva.

Galvanometeréhez az áramintenzitási skálát azon elv alapján készítette, hogy két, három vagy négy egyenlő áramkörnek ugyanazon mennyiségű elektromosság keresztülvetésénél kétszer, háromszor vagy négyszer nagyobb a hatása, mint egyé, hogy tehát a megfigyelt elhajlások (deviatiók) az áramkörök számával arányosan nagyobb intenzitásoknak felelnek meg. Az ezen meghatározásokhoz szükséges állandó áramokul a Seebeck-féle thermo-áramokat használta.

---

\* Vizsgálatait 1826. márcz. 13-án terjesztette a párisi tud. akad. elé. Compt. rend. Ann. de chim. et de phys. tome XXXI. p. 371, 1826, tome XLI. p. 53, 1829.

Kísérleteivel bebizonyította, hogy a hővillamos elemek elektromotorius ereje (la force électro-dynamique) bizonyos határig, így pl. a vas-réznel  $0^{\circ}$ -tól  $140^{\circ}$ -ig, a réz-ezüstnel  $0^{\circ}$ -tól  $160^{\circ}$ -ig a hőmérsék-különbséggel arányosan növekedik. Ezen vizsgálatainál nem került ki figyelmét ama nevezetes tény, hogy a vas más fém-mel érintkezve bizonyos hőmérséknél jelváltozást mutat az áram-irányra nézve. Munkájában azt is mondja «Et peut-être le fer n'est-il pas le seul métal qui jouisse de cette propriété». Az általa felállított thermoelektromos sor a következő:

Bizmut,	Ón,	Czink,
Platina,	Arany,	Vas,
Kénéső,	Ezüst,	Antimon.
Ólom,	Vörösréz,	+

Már Seebeck összeállított ilyen sort, melynek tagjai a következők:

Bizmut	Vörösréz 1. sz. (keres-	Arany 2. sz.
Nikkel	kedésből)	Ezüst
Kobalt	Sárgaréz 2. sz.	Czink
Palladium	Kénéső (a legtisztább a	Vörösréz 3. sz. (cement-
Platina	kereskedésben)	réz)
Uran	Ólom	Wolfraim
Vörösréz 0. sz. (tiszt)	Ón	Cadmium
Mangan	Chrom	Aczél
Titan	Molybdän	Vas (a legjobb kovács-
Sárgaréz 1. sz.	Vörösréz 2. sz. (keres-	vas)
Arany 1. sz. (magyar	kedésből)	Arzen
aranypénzből)	Rhodium	Antimon
	Iridium	Tellur.

Hogy mennyire változik egyes fémeknek helyzete a hővillamos sorban magas hőmérsékeknél, kitűnik SEEBECK következő sorából:

Bizmut	Aczél	Vörösréz 2. sz.
Nikkel-ötvény	Rudvas	Arany 2. sz.
Palladium	Sárgaréz 1. sz.	Czink
Platina	Vörösréz 0. sz.	Ezüst
Ólom	Vörösréz 1. sz.	Antimon.
Ón	Arany 1. sz.	

Ezen helyzetváltozásból magas hőmérsékeknél egyszersmind az áramirány változása következik az illető fémekre nézve, csak-hogy a hőmérsék-különbséget, melynél ezen változás bekövetkezik, nem állapította meg. Ezt csak későbben mások tették meg. Egy három rész vörösrézből és egy rész antimonból álló ötvényről, ha czinkkel van összekötve egy hővillamos elemmé, azt találta, hogy polárosságát megváltoztatta, még mielőtt a czink megolvadt, tehát  $360^{\circ}$ -on alól; holott ugyanazon ötvény vörösrézrel érintkezve még magas hőmérsékeknél sem mutatott polárossági megfordulást.

Említésre méltó, hogy BECQUEREL alkalmas thermoelemmel magas hőmérsékeket határozott meg azon feltevés alapján, hogy a hőmérsékkel arányosan növekedik az elektromotorius erő. Ily módon találta egy borszeszlámpa lángjának kékes felső, fehér és a bél körüli sötét részeinek megfelelő hőmérsékleteit  $1350^{\circ}$ ,  $1080^{\circ}$  illetve  $780^{\circ}$ -nak.

Beható nagyszámú vizsgálatokat a fémek, érczek és kristályok thermoelektromos viselkedéséről HANKEL tett, ki már 1844-ben közölt munkájában azoknak thermoelektromos sorát csekély hőmérsék különbségeknél összeállította, melyben nem kevesebb mint hetvenöt testnek helyzetét a sorban megállapította. Vizsgálatait magas hőmérsékletnél is végrehajtván, ő is azt találta, hogy a vizsgálat alá vett fémek és érczek viszonylagos helyzetüket a sorban megváltoztatják. Izzásig menő hőmérsékleten a következő sorrendet találta.

Csekély hőmérsék különbségnél	Nagy hőmérsék különbségnél	Csekély hőmérsék különbségnél	Nagy hőmérsék különbségnél
Bizmut	Bizmut	Vörösréz 1.sz. (drót)	Platina 2. sz.
Ujezüst	Kobalt	12 latos ezüst	12 latos ezüst
Nikkel (tömött)	Ujezüst	Platina 2. sz.	Vas
Kobalt	Platina 1. sz.	Czink	Vörösréz 1. sz.
Platina 1.sz.(lemez)	Nikkel(tömött)	Ezüst 2. sz.	Ezüst 2. sz.
Arany	Arsennikkel	Ezüst 1. sz.	Vörösréz (galv.)
Sárgaréz	Ujezüst	Vörösréz (galv. út.)	Ezüst 1. sz.
Arsennikkel	Arany	Cadmium	Czink
Vörösréz 2. sz.	Ön	Vas	Cadmium
Ön	Ólom	Antimon	Antimon
Ólom	Vörösréz 2. sz.		

Vizsgálataiból HANKEL a következő törvényt vonta le. *Ha valamely fém ebből a sorból egy másikhoz viszonyítva áram-irány-változást mutat, akkor valamennyi közben felvő fémnek is irányváltozást kell mutatnia az egyikhez vagy a másikhoz képest a két fém közül.\** Pl. a vasma és az 1. sz. vörösrézre nézve azt találta, hogy a vashoz képest árammegfordulást mutat a cink, a 2. és 1. számú ezüst, a gálvánréz és a cadmium, az 1. sz. vörösrézhez képest pedig a 12. latos ezüst és a platina. Észleléseiből továbbá azt a fontos tételt is következtette, de még akkor számadatokkal be nem bizonyította, hogy a fennebb közlött sor két féméből álló thermoelem árama egyenlő a közbenfekvők áramainak összegével.

Számbeli meghatározásokat a thermoelemek elektromotorius erejére nézve különböző hőmérsék-különbségeknél egy második, ugyanazon évben megjelent munkájában közölt. Ezen meghatározásaihoz drót- vagy lemezalakú fémeket használt, a nem nyújtható fémekből pedig öntött rudacskákat, és a forrasztási helyet egy üveg kémcsőben homokfürdőben borszeszlámpával hevítette. A 230°-ig emelkedő temperaturákat 235° R.-ig terjedő hőmérővel határozta meg, az ezen felülieket egészen 400° R.-ig, egy palatinavas elemmel, melynek ereje kísérletei szerint 230°-ig a temperaturával arányosan növekedett. Azon feltevés alapján, hogy az arányosság egészen 400°-ig áll, kiszámította az áramerőből a megfelelő hőmérséketet.

A hővillamos áramok méréséhez sinusboussolát használt, csekély ellenállású, hat egész hét tekervényes széles rézszalagból álló sokszorozó tekerccsel, melyen belől a selyemszálon felfüggesztett könnyű mágnesű volt elhelyezve.

A megfigyelt tüelhajlás sinusával arányos áramintenzitásból és a thermoelemek vezetési ellenállásából kiszámította azoknak elektromotorius erejét.

HANKEL ezen meghatározásainak nagyobb fontosságot azon körülmény kölesönöz, hogy azok az általa megvizsgált thermoelemek elektromotorius erejének legnagyobb értékére, és néme-

---

\* Ezüstnél és cinknél az árammegfordulás már csekély hőfoknál történik.

lyeknél az áramirány változására is kiterjednek, mint a következő eredményeiből kitűnik.

Czink és vas	143° R-nál éri el maximumát
Ón	167
Galv. réz	169
Ezüst	184
Réz 1. sz.	195
Arany	206
Sárgarézt	235
Ólom	
valószínűleg	235—240

Az áramirány változását vagyis az elektromotorius erő nulla értékét részint direct megfigyelésekből, részint grafikus úton a thermoelektromossági görbék átmetszési pontjaiból a következő temperaturáknál találta:

Czink és ezüstenél	155°-nál
Czink és galv. réznél	171
Arany és sárgaréznél	224
Czink és vasnál	252
Galv. réz és vasnál	270
Ezüst és vasnál	295
Arany és réz 2. sz.	330
Réz 1. sz. és vasnál	332

Pontos meghatározásokat a legtöbb egyszerű fém, néhány ötvény és több nem fém vezető helyére nézve, a thermoelektromos feszültségi sorban, MATTHIESSEN is tett KIRCHHOFF laboratoriumában. Az eredményeket KIRCHHOFF ismertette.\* Az első táblában a fémeknek, mint KIRCHHOFF nevezi, thermoelektromos számai foglaltatnak, melyek csak a fémek természetétől függenek, a midőn a tiszta ezüsté 0-nak, egy bizonyos a kereskedésből vett rézfajtáé pedig 1-nek van véve. A thermoelektromos számok nagysága és előjele szerint rendezett sor 43 testből, és pedig 34 fémből, négy ötvényből és azonkívül gázszénből, vörös phosphorból, tellurból és selenből áll.

A sor positiv végén első helyen állanak:

\* Ann. der Phys. u. Chem. Bd. CIII., pag. 412, 1858.

bizmut (a kereskedésből, préselt drót) .....	+35,81
bizmut (tisztá, préselt drót) .....	+32,91
ötvény (32 rész bizmut és egy rész antimonból) .....	+29,06
bizmut (tisztá, öntve) .....	+24,96
bizmutkristály (tengelyirányosan) .....	+24,59
bizmutkristály (egyenlítői irányban) .....	+17,17

a sor közepe táján :

antimon (tisztá, préselt drót).....	+0,036
ezüst (tisztá, keményre húzva).....	+0,000
gázszen (a heidelbergai gázgyárból) .....	-0,057
czink (tisztá, préselt drót) .....	-0,208

a sor negatív végén :

vörös phosphor.....	9,600
antimon (tisztá, öntve) .....	9,871
ötvény (12 rész bizmut és 1 rész ónból) .....	13,670
ötvény (2 rész antimon és 1 rész czinkből) .....	22,700
tellur (tisztítva és öntve) .....	179,800
selen (a heidelbergi chemiai laboratoriumból) .....	290,000

A kísérleteknél mindig két thermoelem hasonlított össze egymással, melyeknek hevitett és hidegen tartott forrasztási helyei egyenlő hőmérséken tartattak. A forrasztási helyek két kocka-alakú czinkpléh edényben állottak, a melyek egyikében melegített, másikában pedig szobahőmérsékletű víz volt. A forrasztási helyeknek érintkezését a vízzel vékony kautsukcsövek akadályozták. Az edények kettős faluak voltak és a két fal közti tér szénporral volt kitöltve. A két thermoelemből alkotott áramkörbe két commutator és egy tükrös galvanometer volt beiktatva és a körülbelül egy fontos mágnesrúd elhajlása távcsővel és skálával észleltetett.

A munkában közlött II. és III. táblán a közvetlenül észlelt eredmények és a megfigyelt hőmérsékek vannak összeállítva, melyekből az I. táblában foglalt számokat meghatározták.

Az I. táblán levő számértékekből kiszámítható két ilyen thermoelem elektromotorius erejének viszonya. Az így kiszámított viszonyszámokat MATTHIESSEN a kísérlet útján találtakkal összehasonlítván, a kettőt nagyon megegyezőnek találta, mint ezt az V. tábla mutatja, melyből itt csak egy-két esetet emelek ki :

	észl. szám.
ezüst, bizmut (drót, kereskedésből) és ezüst, bizmut	1,088 1,097
ezüst, kalium és ezüst, palladium	1,542 1,543
ezüst, ólom és ezüst, ón	1,029 1,027

A többi combinationál is ilyen jól megegyeznek egymással a közvetlenül észlelt értékek a kiszámítottakkal.

1864-ben határozta meg BUNSEN\* egy vörösréz, rézkovand és egy platina pyrolusit (barnakő) thermoelektromos egyszerű láncznak vagy elemnek elektromotorius erejét magas hőfokoknál és azoknak viszonyát egy DANIELL-elem elektromotorius erejéhez. A hevítés az ón olvadási pontján felül történt. Kísérletei szerint azon hőfoknál a réz-rézkovand elektromotorius ereje már 10-szer nagyobb volt, mint egy bizmut-antimon elemé  $0^{\circ}$  és  $100^{\circ}$  C-nál ugyanazon belső ellenállás mellett. A szintelen lánggal hevített platina-pyrolusit elem elektromotorius erejét is közel akkorának találta, mint a réz-rézkovandét, és pedig közel  $\frac{1}{10}$ -e az általa használt DANIELL-elem elektromotorius erejének.

STEFAN\*\* is több érczet vizsgált thermoelektromos viselkedésére nézve magas hőmérsékeknél. Egyszerű eljárása abból állott, hogy az érczet egy vörösréz lemezre helyezte, az érczre pedig réz-drótot tett és ezeket egy facsavarszorítóval egymáshoz nyomta. Az érczcel érintkező drótot és egy másik a rézlemezrel érintkező réz-drótot egy nagy ellenállású galvanométerrel kapcsolta össze, azután a rézlemez borszeszlánggal hevítette. Két érczet egy hő-villamos elemmé úgy kötött össze, hogy közéjük rézlemez, az érczek ellenkező oldalán pedig rézdrótokat alkalmazott és azokat facsavarszorítóval egymáshoz szorította. Itt a hevített rézlemez csak a hő vezetésére szolgált az érintkezési helyhez. Az általa megvizsgált 14 thermoelem elektromotorius erejét olyan számok által fejezte ki, melyek mutatják, hogy hány ilyen elemnek van együttvéve akkora elektromotorius ereje, mint egy DANIELL-elemnek.

Vizsgálataiból kitűnik, hogy ugyanazon két ércz elektro-

\* Ann. der Physik. u. Chemie. Pogg. CXXIII. Bd. pag. 505, 1864.

\*\* «Ueber einige Thermo-Elemente von grosser elektromotorischer Kraft.» Anzeiger d. Wien. Akad. 1865. No IX. és Ann. der Phys. u. Chem. Bd. CXXIV. pag. 632, 1865.



torius ereje anyagi szerkezetük szerint nem csak számértékre, hanem még előjelre nézve is különböző lehet. Legnagyobb erejű volt egy a galenit egyik változatából (Bleichschweif) és egy tarka rézérczből álló thermoelem, a melyenkből 5, 5-nek összes elektromotorius ereje felér egy DANIELL-elemével, holott a MARKUS-féle, bizonyos ötvényekből készült, hővillamos oszlopoknál, 18 elem ér fel egy DANIELL-elemmel.

Hogy a hővillamos elemeknél az elektromotorius erő a hőmérsék-különbséggel csak igen szűk határon belől arányosan növekedik és hogy különösen magasabb hőmérsékeknél az ugyanakkora hőmérsék-különbségnek megfelelő elektromotorius erő a hőmérsék emelkedésével mindinkább csökken és bizonyos meghatározott hőmérséknél a thermo-elem elektromotorius ereje a legnagyobb értékét eléri, azután folyton kisebbedik, míg nullára száll, és itt a thermo-áram iránya változik, arra nézve számos beható vizsgálat történt, különösen GAUGAIN,\* AVENARIUS,\*\* NACCARI és BELLATI, W. THOMSON\*\*\* és TAIT† részéről.

## 2. Saját meghatározásaim.

Minthogy az érczek thermo-elektromotorius erejéről kisebb, például 100°-nyi hőmérsék-különbségnél pontos meghatározásaink nincsenek, és mivel az érczek mágneses viselkedésének megvizsgálásához összegyűjtött anyag rendelkezésemre állott, elhatároztam magamat ezt és összehasonlítás végett még néhány egyszerű fémet ebben az irányban is vizsgálat alá venni. A megvizsgált érczek rúdalakúak voltak, a rudak hossza 10 vagy 14,6 cm, harántmetszetük  $1,4 \times 1,4$  cm<sup>2</sup>; a fémek és a szén vagy ilyen, vagy henger alakúak voltak.

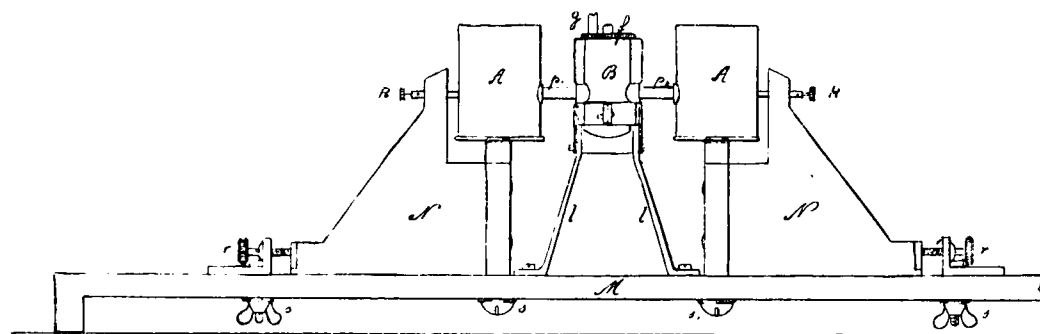
---

\* Ann. de Chim. et de Phys. (4) 8, p. 426, 1866.

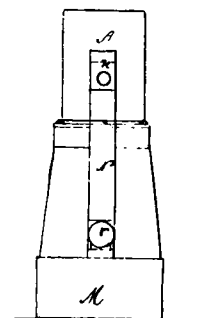
\*\* Pogg. Ann. 119, p. 406, 1863.

\*\*\* Phil. Trans. 1856, 3, p. 698.

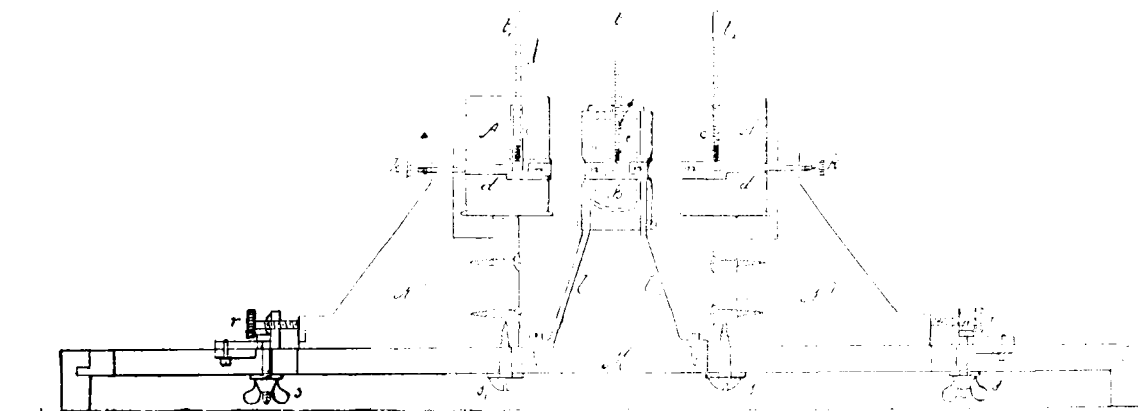
† Pogg. Ann. 152, p. 427, 1874.



1. ábra.



3. ábra.



2. ábra.

a) *Hevítő készülék.*

A készülék, melylyel az ilyen két testből alkotott hővillamos kombinatio érintkezési helyeinek egyike  $0^\circ$ -on, másika  $100^\circ$  C-on tartatott, a következő szerkezetű volt.  $M$  (1., 2. és 3. ábra) fatalapon két egymásfelé tolható és  $s, s_1$  csavarokkal megerősíthető fatartó  $N, N$  áll, mindegyik tartóhoz sárgaréz bádogból készült edény ( $A$ ) van erősítve, ezek közt  $l, l$  vaslábakon áll egy harmadik edény,  $B$ , sárgaréz bádogból. A három edény belsejében látható hengeres üregek,  $n$ , a megvizsgálandó  $p_1, p_2$  testek, a közvetlenül az  $n$  üregek mellett levő  $c$  csövek pedig a  $t_1, t, t_2$  hőmérők elhelyezésére szolgálnak. Az  $A$  edényekbe apróra tört jég,  $B$ -be pedig víz és a  $c$  csövekbe a hőmérsék pontosabb meghatározása végett kevés higany jön. A bádogköpenynyel és a gőz kivezetésére  $g$  csővel ellátott  $B$  edényben levő vizet gáz- vagy borszeszlánggal hozzuk forrásba. A hűtött helyek hőmérsékletei  $t_1, t_2$  és az érintkezési hely hőmérséklete  $t$  meghatározására jenai üvegből készült hőmérőket alkalmaztam.

Azután elhelyezzük a megvizsgálandó testeket az  $n$  mélyedésekbe, a tartókat egymásfelé toljuk, az  $s, s_1$  csavarokat meghúzzuk és  $r, r$  csavarokkal a szoros érintkezést helyreállítjuk. A  $k, k$  csavarok a thermoelem sarkait képezik.

b) *Mérési módszer.*

Az így beállított hővillamos elemek elektromotorius erejét a KIRCHHOFF által módosított POGGENDORFF-féle módszer szerint határoztam meg. Ezen módszer előnyei tudvalevőleg abban állanak, hogy az egész mérés hossz mérésen alapszik, melyet a legegyszerűbben és azért a legpontosabban lehet eszközölni, továbbá, hogy a galvanometertű nullaállását pontosan meg lehet figyelni és végre hogy általa az elektromotorius erők viszonyát meghatározhatjuk, a vezetési ellenállások ismerete nélkül, a következő egyszerű egyenlet alapján :

$$\frac{e}{e'} = \frac{a}{a'},$$

melyben  $e$ ,  $e'$  az egymással összehasonlítandó hővillamos elemek elektromotorius erőit,  $a$ ,  $a'$  egy kifeszített vastag platinadróton millimeterskála segítségével megmért megfelelő hosszakat jelentik, melyeknél a kompenzálás, illetve a galvanometertű nulla állása eléretett.

Az  $a$  hosszak mérésére egy Siemens és Halske gyárából való szánkészüléket használtam, melynek egy meter hosszú skálája milliméterekre van osztva és tolható szánkészüléke a kar lehajtásánál száraz contactust hoz létre.

A nullaállás megfigyelésére egy Edelmann műhelyében készült WIEDEMANN-féle tükrögalvanometert alkalmaztam, melynek nulla állása távcsővel és skálával észleltetett.

A kísérlethez beállított thermoelem sarkcsavarai  $h$ ,  $k$  és a kompenzálásra használt DANIELL-elem sarkai drótok által a szokásos módon kapcsolatba hozattak a szánkészülékkel és a tükrös galvanometerrel, és a szánkészülék mozgó contactusa addig tolatott egyik vagy másik oldal felé, míg a nulla állás bekövetkezett. A most leolvasott  $a$  értékek a következő táblákban vannak összeállítva.

Megjegyzendő, hogy, a mint már SEEBECK észlelte, kezdetben mindjárt a thermoelem behelyezése után az elektromotorius erő a legnagyobb értékű volt, azután a hő vezetésével csökkent, míg egy az én kísérleteimnél nagyon későn, alig bevárható időben stationarius állapot következett be. Meghatároztam azért az  $a$  értékeket ezen thermoelemek három különböző állapotában, t. i. 1. mindjárt a beállítás után, azután 2. 5 percz múlva és 3. akkor, a mikor, jó későre, már aránylag csekélyek voltak a csökkenések az  $a$  értékeiben. Ezen megfigyelési sorokból csak az elsőt és utolsót közlöm, mivel a középsőnek csekélyebb a jelentősége.

A kompenzálásra mindig egy DANIELL-elem használtatott, melynek foncsoros cinkhengere czinggálicz-oldatban állott. Az I. alatt közlött sorok meghatározásánál kompenzáló elemnek egy kis felületű DANIELL-elem használtatott, melynek elektromotorius ereje egy Siemens-féle torsiós galvanometerrel 1,06 VOLT-nak találattott. A hőmérsék meghatározására félfokokra osztott hőmérőket használtam.

## I.

Néhány fém, fémsulfid és fémoxyd thermoelektromotorius ereje, a mikor az  $\alpha$  értéke már csak keveset változott.

Elem	$\alpha$	$t_1$	$t$	$t_2$	Elem	$\alpha$	$t_1$	$t$	$t_2$
<i>Antimon és</i>					<i>Chalcopyrit és</i>				
Vas	50.9	0.9	98.2	1.5	Barnakő	313.5	1.2	98.4	0.2
Szén	62.1	0.3	98.0	1.0	Bizmut	545.2	0.5	98.4	0.4
Cadmium	74.7	0.9	98.2	1.0	Czink	602.6	2.0	98.2	2.0
Czink	77.0	1.2	98.2	1.2	Nikkel	618.8	0.5	98.0	1.5
<i>Bizmut és</i>					Vörösréz	618.8	0.7	98.2	2.0
Czink	134.6	0.5	97.9	1.7	Cadmium	625.1	1.7	98.4	0.7
Vas	145.3	0.5	97.9	0.9	Nikkelérez	629.2	0.2	98.4	0.6
Szén	153.4	0.5	98.2	0.5	Szén	644.6	0.5	98.4	0.0
Cadmium	162.1	0.5	98.1	0.6	Pyrrhotit	648.8	0.5	98.4	0.4
Vörösréz	170.2	0.6	98.2	0.9	Vas	667.1	0.7	98.4	2.0
Antimon	199.7	1.3	98.1	1.5	Antimon	669.3	0.0	98.2	0.5
<i>Barnakő és</i>					Pyrit nem kompenzálható.				
Bizmut	210.6	0.2	98.8	0.9	<i>Pyrit és</i>				
Nikkel	285.1	0.5	98.4	2.0	Pyrrhotit	563.2	0.5	98.2	1.8
Chalcopyrit	309.6	0.4	98.0	0.9	Antimon	576.3	0.5	98.2	1.8
Szén	315.2	0.2	98.4	2.0	Vörösréz	594.5	0.6	98.2	1.9
Cadmium	319.2	0.2	98.0	0.5	Czink	600.5	0.5	98.2	1.8
Czink	331.1	0.2	98.0	1.7	Cadmium	612.5	1.5	98.2	1.6
Vörösréz	333.6	0.5	97.6	1.2	Szén	615.6	0.0	98.2	1.0
Vas	353.9	0.5	97.8	1.0	Vas	635.9	0.5	98.2	2.0
Pyrrhotit	370.1	0.8	97.8	1.0	Nikkel	642.9	1.8	98.2	1.7
Antimon	396.9	0.2	98.0	0.6	Nikkelérez	675.8	0.5	98.2	1.8
<i>Pyrrhotit és</i>					Bizmut	731.9	1.0	98.4	1.0
Vas	11.0	0.3	98.2	1.0	Barnakő	933.2	0.4	98.2	2.0
Antimon	21.7	0.2	98.4	0.7	Chalcopyrit nem kompenzálható.				
Czink	29.7	0.5	98.2	1.0					
Szén	29.9	0.4	98.2	0.5					
Nikkelérez	41.3	0.5	98.2	0.6					
Cadmium	53.0	0.5	98.2	0.6					
Vörösréz	55.0	0.6	98.2	0.7					
Nikkel	59.8	0.3	98.2	1.5					
Bizmut	178.0	0.3	98.2	1.5					
Barnakő	366.4	0.4	98.2	0.9					
Chalcopyrit	649.5	0.4	98.2	0.9					

A pyrit-chalcopyrit elem árama a kis DANIELL-elem áramával kompenzálható nem lévén, erre a thermoelektromos elem és a Bizmut-Antimon elem kompenzálására egy nagy felületű ugyanolyan összeállítású DANIELL-elemet használtam. A talált eredmény a következő:

Thermoelem	$\alpha$	$t_1$	$t$	$t_2$
Pyrit-Chalcopyrit ---	413.1	1.00	98.06	0.06
Bizmut-Antimon ---	54.2	0.5	98.4	1.0

Ezen eredményekből kitűnik, hogy a fémoxydok és fémsulfidek egymás közt és néhány egyszerű fémmel már ezen aránylag kisebb hőmérsék-különbségnél (98°—99° C) is jelentékeny elektromotorius erejű thermoelemeket szolgáltatnak. Így pl. a Pyrit-Chalcopyrit thermoelem elektromotorius ereje a Bizmut-Antimonéhoz a következő viszonyban áll:

Thermoelem	Elektromotorius erő
Bizmut-Antimon ---	1.00
Pyrit-Chalcopyrit ---	7.62.

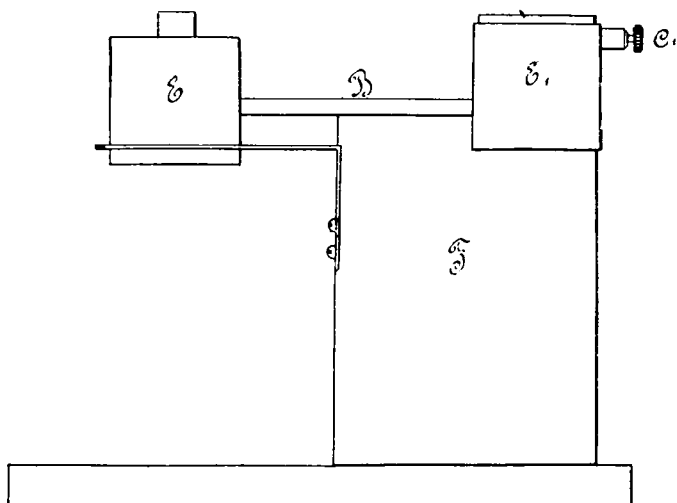
A 2. és 6. sor szerint a Bizmut-Antimon elektromotorius ereje 199,7, a Pyrit-Barnakőé pedig 933,2, a kettő viszonya tehát 4,67.

Megjegyzem, hogy a kompenzálás kellő begyakorlás mellett rövid idő alatt volt elérhető, úgy hogy ezen rövid idő alatt a kompenzáló hydroelem elektromotorius ereje alig változott.

De minthogy ezen sorok meghatározása hosszabb időt vett igénybe, azért a DANIELL-elemet többször kellett megtölteni, a mivel azután, habár a czinkhenger fonsorozására és a használt folyadékok tisztaságára és töménységére mindig kellő gond fordított, mégis egy kis változás járt az elem elektromotorius erejében, a mi az egyes sorok egymással való összehasonlítását nehezíti, és a különböző sorokban előforduló ugyanazon thermoelem elektromotorius erejére nézve különböző értékeket adhat, kivált ha még, minden vigyázat daczára, az érintkezési helyeken a vezetés sem volt mindig egyenlő.

Némely esetben ezek a különbségek igen csekélyek voltak, néha azonban nagyobbak. Így pl. a Bizmut-Antimon kombinációra a tükör-galvanometer bizonyos érzékenységnél  $\alpha$ -nak talált értéke

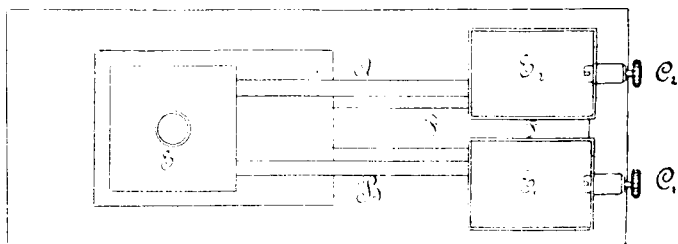
81 mm. volt, két nappal később, a kis DANIELL-elem új töltésénél 79.4 mm. A különbség  $\alpha$ -nak ezen két értéke között csak



4. ábra.

1.6 mm. és a középértéktől (80.2) való eltérése e két megfigyelt értékeknek csak 0.8 mm. vagyis közel 1%.

Egy más alakú Bizmut-Antimon thermoelemre (IV. és V. ábra) nézve ugyancsak ilyen hőmérsékkülönbségnél ugyanazzal a



5. ábra.

kis kompenzáló DANIELL-elemmel és a galvanometer ugyanazon érzékenységi foka mellett az  $\alpha$  értéke 78.5-nek találtatott, mely a fentebb említett Bizm.-Ant. elemre talált középértéktől 1.7 mm.-

rel vagy 2<sup>0</sup>/o-kal különbözik. Ezen fémek olyan állapotban használtattak, a milyenben a kereskedésben előfordulnak.

Ezen Bizmut-Antimon elem összetételét a IV. és V. ábra tünteti fel, melyeken *B* a bizmutrudat, *A* az antimonrudat, *E* a hevítő, *E*<sub>1</sub> és *E*<sub>2</sub> a hűtő edényeket, *C*<sub>1</sub> és *C*<sub>2</sub> a kapcsolásra szolgáló csavarokat, *T* a tartót vagy állványt és *F* a két hűtő edényt egymástól elszigetelő anyagot jelenti. A bizmut- és antimonrudak forrasztva vannak a vörösréz-ből álló edényekre. Ezen itt az egyetemi mechanikusnál készült thermoelem igen célszerűnek bizonyult állandó kis intenzitású áramok előállítására. Az I., II. és III. ábrán feltüntetett készülék is itt készült.

Megvizsgáltam egy Selmeczbányáról szerzett tellurrúd thermoelektromos viselkedését is más fémekkel és érczekkel szemben ; a talált eredményekből csak a következőket említem :

	<i>a</i>	<i>t</i> <sub>1</sub>	<i>t</i>	<i>t</i> <sub>2</sub>
Bizmut-Tellur	57,5	2,5	98,0	1,0
Bizmut-Antimon	81,0	1,0	97,2	2,0
Chalcopyrit-Tellur	393,8	1,5	98,0	0,4
Chalcopyrit-Antimon	421,8	1,2	98,0	1,0

a miből kitűnik, hogy az a Tellur az egyszerű fémek feszültségi sorában az Antimon előtt áll, holott E. BECQUEREL és MATTHIESSEN meghatározásai szerint a tiszta Tellur messze az Antimon után következik a fémek thermoelektromos feszültségi sorának pozitív végén.

Ha a Bizmut-Antimon elem elektromotorius erejét egy DANIELL-eleméhez, vagy egy VOLT-hoz viszonyítva ismerjük, akkor a közlött *a* értékekből könnyen átszámíthatjuk ezen thermoelemek elektromotorius erejét egy DANIELL-elem elektromotorius erejére vagy egy VOLT-ra, mint egységre vonatkoztatva.

BECQUEREL szerint :

$$1 \text{ B/A} = 0.004826 \text{ D.}$$

Saját meghatározásom szerint :

$$1 \text{ B/A} = 0.004995 \text{ D.,}$$

ha röviden *B/A* a Bizmut-Antimon és *D* a DANIELL-elem elektromotorius erejét jelenti 100° hőmérsék-különbségnél.



Ezen meghatározásnál is a kompenzációs módszert használtam és egy 20 Bizmut-Antimon elemből álló thermooszlopot, a melynek megfelelő  $\alpha$  értékét azután 20-szal elosztottam.

Ha már most ezen eredményeket egymással összehasonlítom, akkor a következő kizárólag ezekre a fémoxyd és fémsulfid példányokra teljesen érvényes feszültségi sor állítható fel.

Chalcopyrit	Vörösréz	Vas
Barnakő (Pyrolusit)	Cadmium	Pyrrhotit
Bizmut	Nikkelércz	Antimon
Czink	Szén	Pyrit.
Nikkel		

A fémek thermoelektromos feszültségi sorának törvényét ezen sor tagjai is megközelítőleg követik. Így pl. ;

$$\begin{aligned} \text{Barnakő és Szén} + \text{Szén és Pyrit} &= \text{Barnakő és Pyrit} \\ 315.2 + 615.6 &= 930.8 \text{ (észelve 933.2)} \\ \text{Bizmut és Czink} + \text{Czink és Pyrit} &= \text{Bizmut és Pyrit} \\ 134.6 + 600.5 &= 735.1 \text{ (észelve 731.9)}. \end{aligned}$$

A mi azokat a vizsgálatokat illeti, melyekkel ezen hővilla-mos elemek elektromotorius erejének ezen hőmérsék-különbség-nek megfelelő legnagyobb értékét igyekeztem meghatározni, melyet mindjárt a beállítás után felvesznek, ezekből csak az általam megvizsgált fémoxydokból és sulfidokból álló combinatiókra vonatkozó következő sorokat közlöm :

## II.

Néhány fém, fémsulfid és fémoxyd thermoelektromotorius ereje azonnal a beállítás után, a mikor az  $\alpha$  értéke a legnagyobb volt.

Elem	$\alpha$	$t_1$	$t$	$t_2$	$J$	Elem	$\alpha$	$t_1$	$t$	$t_2$	$J$
<i>Galenit és</i>						<i>Chalcopyrit és</i>					
Chalcopyrit	64·8	0·5	98·9	1·1	0	Galenit	64·8	0·5	98·9	1·1	0
Barnakő	228·9	0·1	98·9	0·2	0	Nikkelércz	108·1	0·8	99·1	0·4	8
Pyrrhotit	269·1	1·5	99·1	0·6	4	Pyrrhotit	112·5	0·4	98·7	0·3	0
Nikkelércz	269·7	0·1	99·0	0·1	4	Barnakő	122·0	0·4	98·2	0·2	0
Pyrit	409·5	0·6	99·0	1·2	0	Pyrit	434·3	0·5	98·8	0·8	4
más Galenit és Pyrit	675·8	0·4	99·0	0·5	0	más Pyrit	543·3	0·2	98·9	0·6	4
<i>Pyrit és</i>						<i>Barnakő és</i>					
Pyrrhotit	118·1	1·5	99·0	2·1	4	Nikkelércz	108·3	0·6	99·1	0·2	4
Nikkelércz	185·4	1·0	99·0	2·1	0	Chalcopyrit	122·0	0·4	98·2	0·2	0
Galenit	409·5	0·6	99·0	1·2	0	Galenit	228·9	0·1	98·9	0·2	0
Chalcopyrit	434·3	0·5	98·8	0·8	4	<i>Bizmut és</i>					
						Antimon	50·3	0·7	98·2	1·2	8

E szerint ha

$$\text{Bizmut-Antimon} = 1$$

akkor

$$\text{Galenit-Pyrit} = 13·4$$

és

$$\text{Chalcopyrit-Pyrit} = 10·8.$$

Itt a Chalcopyrit-Pyrit elektromotorius ereje a Bizmut-Antimon elektromotorius erejéhez viszonyítva már nagyobb, mint az I. alatt közlött soroknál, és még egyes érczeknek és fémeknek a helye is más a feszültségi sorban az  $\alpha$  értékei szerint.

E szerint a Galenit-Pyrit elem elektromotorius ereje a Chalcopyrit-Pyrit elem elektromotorius erejét is felülmúlja, és a Bizmut-Antimon-elem elektromotorius erejéhez mint egységhez viszonyítva az előbbi 13,4-szer, az utóbbi pedig 10,8-szor nagyobb.

Megjegyzendő, hogy az utóbbi sorok meghatározásánál kom-

penzáló elemnek egy nagy felületű DANIELL-elem használtatott és a tükörgalvanometernek kisebb volt az érzékenységi foka. Az utolsó rovatban  $J$  alatt álló számok az időt jelentik perczekben megközelítőleg, a mely idő mulva az elemnek a hevítő készülékbe történt beállítás után  $a$  a legnagyobb értéket elérte, a mi a legtöbb esetben közvetlenül a beállítás után bekövetkezett, de nem minden combinationál. Így pl. a Bizmut-Pyrit elemnél 0 idő mulva  $a$  értéke 193,6-nak találtatott, 4 percz mulva pedig már csak 181,5-nek. Ellenben pl. a Nikkel-Pyrrhotitnál 0 idő mulva  $a$  értéke 15,9-nek, 4 percz mulva 16,9-nek, 8 percz mulva 18,8-nak és 12 percz mulva 17,4-nek találtatott. Az előbbi tehát azonnal a beállítás után, az utóbbi csak későbbben érte el elektromotorius erejének legnagyobb értékét.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1899 decz. 18.-án tartott üléséből.)

# AZ INDUKÁLT LINEÁR HELYETTESÍTÉSEK DETERMINÁNSÁNAK RANGJÁRÓL.

KÜRSCHÁK JÓZSEF 1. tagtól.

1. Valamely determináns — KRONECKER szerint —  $m$ -ed rangú, ha  $m$ -edfokú aldeterminánsai közül legalább egynek a zérustól különböző értéke van, de  $m$ -nél magasabbfokú aldeterminánsai mind eltűnnek. Ha az adott determináns a zérustól különböző értékű, akkor rangja megegyezik fokával.

Szándékom bebizonyítani:

*Ha valamely lineár helyettesítés determinánsa  $m$ -ed rangú, akkor az  $n$ -edfokú indukált helyettesítés determinánsának rangja:*

$$\rho = \binom{m+n-1}{n}.$$

2. Az

$$x_i = a_{i1}X_1 + \dots + a_{ij}X_j + \dots + a_{ik}X_k \quad S)$$

$(i=1, 2, \dots, k)$

helyettesítés indukált helyettesítéseit következőleg nyerjük.

Legyen

$$f \equiv \mu_1 u_1 p_1 + \mu_2 u_2 p_2 + \dots + \mu_g u_g p_g + \dots + \mu_r u_r p_r$$

az  $x$ -ek  $n$ -edfokú algebrai alakja. Benne a  $\mu$ -k adott számbeli, az  $u$ -k ellenben határozatlan vagy literális együtthatók; a  $p$ -k pedig ama

$$x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_k^{a_k}$$

hatványszorzatok, melyekre nézve

$$a_1 + a_2 + \dots + a_k = n.$$

E hatványszorzatok száma

$$\nu = \binom{n+k-1}{n}.$$

Az  $S$  helyettesítés  $f$ -et

$$F \equiv \mu_1 U_1 P_1 + \mu_2 U_2 P_2 + \cdots + \mu_\nu U_\nu P_\nu$$

alakba transformálja, hol a  $U$ -k a transformált literális együtt-  
hatók, a  $P$ -k pedig ama

$$X_1^{a_1} X_2^{a_2} \dots X_k^{a_k}$$

hatványszorzatok, melyekre nézve

$$a_1 + a_2 + \cdots + a_k = n.$$

A transformált  $U$  és az eredeti  $u$  együtt- $hatók$  kapcsolatát egy

$$U_g = r_{g1} u_1 + r_{g2} u_2 + \cdots + r_{gh} u_h + \cdots + r_{g\nu} u_\nu \quad I_n(S))$$

$(g=1, 2, \dots, \nu)$

lineár egyenleirendszer fejezi ki, melyben az  $r_{gh}$  együtt- $hatók$  az  $a_{ij}$  együtt- $hatók$   $n$ -edfokú homogen egész függvényei.

E lineár egyenletrendszer szolgáltatja az  $S$  indukáló helyet-  
tesítésnek  $n$ -edfokú indukált helyettesítését:  $I_n(S)$ -et.

Az  $S$  helyettesítésnek

$$\begin{array}{c} | a_{ij} | \\ (i, j=1, 2, \dots, k) \end{array}$$

determinánsát így jelöljük:  $|S|$ . Az  $I_n(S)$  determinánsának jele:  $I_n(S)|$ .

A  $\mu$  számbeli együtt- $hatók$  más-más választásánál az  $I_n(S)$  helyettesítés csak annyiban változik, hogy determinánsában az oszlopok egyes (zérustól különböző) számértékekkel szorzandók, a megfelelő sorok pedig ugyanezekkel osztandók. Tehát  $|I_n(S)|$  rangja változatlan.

3. Ismeretes, hogy  $|I_n(S)|$  egyenlő  $|S|$ -nek

$$\binom{n+k-1}{k}$$

-dik hatványával.\* Tehát, ha  $|S|$  nem tűnik el, akkor  $|I_n(S)|$  sem lehet zérus. Vagyis ha  $|S|$  rangja  $m=k$ , akkor  $|I_n(S)|$  rangja

$$\nu = \binom{n+k-1}{n}.$$

Evvel az 1. alatt kimondott tétel  $m=k$  esetére be van bizonyítva.

4. Legyen most már  $m < k$ . Még pedig tegyük fel, hogy  $|S|$ -nek

$$\begin{matrix} |a_{ij}| \\ (i, j=1, 2, \dots, m) \end{matrix}$$

aldeterminánsa az el nem tűnők közé tartozzék, mert ezt az  $x$ -ek és  $X$ -ek alkalmas permutálásával mindig elérhetjük.

Esetünkben  $f$  tagjait célszerű két osztályba osztanunk a szerint, hogy az

$$x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_k$$

változóktól mentek, vagy nem. E változóktól ment tagok száma

$$\rho = \binom{m+n-1}{n}.$$

Indexeik legyenek éppen:

$$1, 2, \dots, \rho.$$

Ekkor  $I_n(S)$  -nak

$$\begin{matrix} r_{gh} \\ (g, h=1, 2, \dots, \rho) \end{matrix}$$

aldeterminánsa nem egyéb, mint az  $m$  változós

$$y_i = a_{i1} Y_1 + a_{i2} Y_2 + \dots + a_{im} Y_m \quad s)$$

( $i=1, 2, \dots, m$ )

\* Lásd pl. HURWITZ: *Zur Invarianten-Theorie* (Mathematische Annalen 45. köt.), hol a *hatványtranszformációk* determinánsa  $|I_n(S)|$ -től csak annyiban különbözik, hogy a sorok és oszlopok szerepe fel van cserélve; továbbá RADOS: *Indukált lineár helyettesítések* (Math. és Term. Értesítő, 16. köt.).

Egyes eseteket SCHOLTZ ÁGOSTON már 1877—1878-ban a Műegyetemi Lapokban tárgyalt (II. köt. 67—68. lapján a  $k=3, n=2$  esetet, a III. kötet 93—95. lapján a  $k=4, n=2$  esetet, a III. kötet 98—100. lapján a  $k=3, n=3$  esetet), sőt azt is ismételtelen kiemelte, hogy bebizonyítása bármely más esetre is kiterjeszthető.

helyettesítés  $n$ -edfokú indukált helyettesítésének determinánsa. Ennélfogva  $|I_n(S)|$ -nak eme  $\rho$ -adfokú aldeterminánsa egyenlő az  $s$  helyettesítés determinánsának

$$\binom{m+n-1}{m}$$

-dik hatványával; tehát föltevéseink értelmében a zérustól különböző értékű.

Ha még azt is kimutatjuk, hogy  $|I_n(S)|$  minden  $(\rho+1)$ -ső fokú aldeterminánsa eltűnik, akkor a szóban forgó tétel teljesen be van bizonyítva. E végből azonban egy segédtelet kell előre bocsátanunk.

5. Tegyük össze vagy szorozzuk  $S$ -et a következő helyettesítéssel:

$$X_j = A_{1j}X'_1 + A_{2j}X'_2 + \dots + A_{mj}X'_m + B_{m+1j}X'_{m+1} + \dots + B_{kj}X'_k \quad (j=1, 2, \dots, k)$$

hol

$$A_{1j}, A_{2j}, \dots, A_{mj}, B_{m+1j}, \dots, B_{kj}$$

a

$$\tau = a_{1j} a_{2j} \dots a_{mj} \beta_{m+1j} \dots \beta_{kj} \quad (j=1, 2, \dots, k)$$

determinánsban a  $j$ -dik sor elemeihez tartozó aldeterminánsok. A  $\tau$  első  $m$  oszlopa megegyezik  $S$  első  $m$  sorával, többi oszlopa pedig szabadon választható, de úgy, hogy  $\tau$  ne legyen zérus. A  $T$  helyettesítés  $|T|$  determinánsa egyenlő  $\tau$ -nak  $(n-1)$ -ső hatványával; tehát  $|T|$  és vele együtt  $|I_n(T)|$  nem lehet zérus.

$ST$ -t képezvén,  $x_i$  képletében  $X'_{m+l}$  együtthatója

$$a_{i1}B_{m+1l} + a_{i2}B_{m+2l} + \dots + a_{ik}B_{m+lk} = \\ = a_{1j} a_{2j} \dots a_{mj} \beta_{m+1j} \dots \beta_{m+l-1j} a_{ij} \beta_{m+l+1j} \dots \beta_{mj} \quad (j=1, 2, \dots, k)$$

Ámde e determináns LAPLACE tétele szerint  $|S|$   $(m+1)$ -ső fokú aldeterminánsainak homogen lineár függvénye; tehát esetünkben eltűnik. Vagyis az  $ST$  helyettesítés  $f$ -et pusztán

$$X'_1, X'_2, \dots, X'_m$$

függvényébe transformálja. Ennélfogva  $|I_n(ST)|$  minden oszlopának utolsó  $\nu - \rho$  eleme zérussal egyenlő.

Ezen oszlopokat az ismeretes \*

$$I_n(ST) = I_n(T) I_n(S)$$

képlet értelmében úgy kapjuk, hogy  $|I_n(T)|$  sorait komponáljuk  $|I_n(S)|$  egy-egy oszlopával. Tehát:

*Ha  $|I_n(T)|$  sorait  $|I_n(S)|$ -nak valamely oszlopával komponáljuk, akkor az így nyert kifejezések közül az utolsó  $\nu - \rho$  eltűnik.*

6.  $|S|$  minden  $(\rho+1)$ -sőfokú aldeterminánsa alkalmas beszegéssel és a sorok permutálásával erre az alakra hozható:

$$\delta = |r_{gh_1} \ r_{gh_2} \ \dots \ r_{gh_q} \ r_{gh_{q+1}} \ s_{gq+2} \ s_{gq+3} \ \dots \ s_{gr}|,$$

( $g=1, 2, \dots, \nu$ )

hol az utolsó  $\nu - \rho - 1$  oszlop mindegyikében egy elem 1, a többi pedig 0.

Ha most  $|I_n(T)|$ -t úgy szorozzuk  $\delta$ -val, hogy sorait komponáljuk  $\delta$  oszlopaival, akkor az így nyert  $\nu$ -edfokú determináns első  $\rho+1$  oszlopában az utolsó  $\nu - \rho$  elem rendre eltűnik. Tehát a szorzat értéke zérussal egyenlő. Minthogy pedig  $|I_n(T)|$  nem egyenlő zérussal, azért  $\delta$ -nak kell zérusnak lennie.

---

\* RADOS: *Indukált helyettesítések csoportjai* (Math. és Term. Értesítő, 17. köt.).



# A MÁGNESEZÉS HATÁSA A RUGALMASSÁGI MODULUSRA.

TANGL KÁROLY-tól.

## BEVEZETÉS.

A mágneses tér befolyása az anyag physikai állandóira számos vizsgálatnak képezte tárgyát. Az eddigi vizsgálatokból kiderült, hogy a mágneses tér egyebek között az anyag mechanikai viselkedését is befolyásolja. Ezen jelenségesoportba sorozhatjuk a mágnesezés hatását a drótok torsiojára (WIEDEMANN G. és mások), a mágnesezéssel járó hosszváltozást (BIDWELL és mások). Várható azonban, hogy a mágnesezés más mechanikai változásokat is létrehoz, hogy pl. megváltoztatja a torsio együtthatót, az elasticitási moduluszt, a szilárdságot, belső surlódást. A mi különösen az elasticitási moduluszt illeti, az eddigi kísérletek ellentmondó eredményekre vezettek. Míg pl. WERTHEIM<sup>1</sup> és TOMLINSON<sup>2</sup> semmiféle hatást sem észleltek az elasticitási modulusra, addig újabban BYRON B. BRACKETT<sup>3</sup> azt találta, hogy a modulus a mágnesezéssel nagyobbodik, SHAKESPEAR<sup>4</sup> ellenben azt, hogy kisebbedik. Érdekesnek látszott tehát a kérdést újból megvizsgálni. Erre br. Eötvös LORÁND felszólítására készséggel vállalkoztam, a mennyiben oly eszköz állott rendelkezésemre, mely ezen célra igen alkalmasnak mutatkozott.

<sup>1</sup> Ann. de Chim. et de Phys. 3. XII. 1842. és XXIII. 1848.

<sup>2</sup> Phil. Trans. 179. sz. 1—26.

<sup>3</sup> Phys. Review 5. p. 257—284. Wied. Beibl. 20.

<sup>4</sup> Phil. Mag. 47. p. 539—556. Wied. Beibl. 23.



A mérésekre vékony, körülbelül 0,1 mm. átmérőjű drótokat használtam.

A mérési módszer alapgondolata a következő: Ha a megvizsgálandó drótot úgy mágnesezzük, hogy feszültsége állandó maradjon, akkor a hossza megváltozik; ha úgy mágnesezzük, hogy a hossza maradjon állandó, akkor a feszültsége változik meg. A következőkben leírandó eszközzel képes voltam úgy a hossz-, mint a feszültség-változást lemérni; a két változás viszonya arányos lévén az elasticitási modulussal, megállapítható volt, változik-e a modulus a mágnesezéssel vagy nem, s miképen változik azzal. Eme módszer nem szolgáltatja az elasticitási modulus értékét nem mágnesezett állapotban, csak azt lehet vele eldönteni, hogy ha változik a mágnesezés, miképen változik az elasticitási modulus.

Az eszköz, melylyel a kísérleteket végeztem, 1895 óta különféle alakban az egyetemi physikai intézetben egyéb mérésekre használatban van s mindenkor igen hasznavehetőnek mutatkozott.

Értekezésem első része ezen eszköz leírását tartalmazza; második részében ama mérésekről számolok be, melyek a mágnesezésnek az elasticitási modulusra gyakorolt hatására vonatkoznak.

## I. RÉSZ.

### *1. A bifilaris felfüggesztés alkalmazása függélyes erők mérésére.*

1. Ha a bifilaris felfüggesztést egyensúlyi helyzetéből kitérítjük, forgató momentum keletkezik, mely a felfüggesztést egyensúlyi helyzetébe törekszik visszavinni. Ezen forgató momentumot a nehézség hozza létre. A bifilaris felfüggesztést vízszintes erők mérésére szokták használni, pedig közelekvő gondolat, hogy ha a forgató momentumot függélyes erő hozza létre, első sorban függélyes erők mérésére kellene alkalmazni.

Függélyes erők mérésére használhatnók dinamikusán; ha t. i. a nehézségen kívül más függélyes erő is hat a felfüggesztésre, megváltozik a lengés ideje; tehet a lengés idő változásából következtethetnénk a hozzájáruló erő értékére.

Használhatjuk azonban statikusan is. Nem kell egyebet

tennünk, mint valami állandó erővel kitéríteni, pl. ráteszünk egy vízszintes tengelyű mágnezt, akkor a földi mágneses erő hatása a bifilaris felfüggesztést eredeti egyensúlyi helyzetéből kitéríti. A kitérített egyensúlyi helyzetben a bifilaris felfüggesztés forgató momentuma éppen akkora, mint a földi mágneses erő forgató momentuma. Ha mostan valami új függélyes erő lép hozzá, akkor megváltozik a bifilaris felfüggesztés forgató momentuma, a földi mágneses erőé nem változván, a felfüggesztés új egyensúlyi helyzetet vesz fel, elforog. Az elforgás nagysága első közelítésben arányos a hozzájárult függélyes erővel, tehát utóbbinak mérésére felhasználható. Ezen alakban használta az eszközt 1895-ben br. Eötvös Loránd néhány vizsgálatnál.

2. A földi mágneses erő helyett természetesen más erőt, pl. rugalmas erőt is alkalmazhatunk. A bifilaris felfüggesztés alsó végére pl. drótot erősítünk; a drót az alsó végén egy vízszintes rudat hord, melynek forgását az egyik irányban egy függélyes sima fix rúd, pl. üvegeső megakadályozza, úgy hogy a rúd függélyes irányban szabadon mozoghat. Ha most a bifilaris felfüggesztést fenn megcsavarjuk, az alsó vége kevesebbet fog elcsavarodni, mert hisz megcsavarja az alsó drótot is, mely ezt ellenkező irányban törekszik elforgatni. Az egyensúlyi helyzetben a bifilaris és a rugalmas drót forgató momentumának összege zérus: ez az egyensúly feltétele. Ismeretes, hogy ha a bifilaris felfüggesztést  $\varphi$  szöglettel csavarjuk el, a származó forgató momentum  $= k \sin \varphi$ , hol  $k = \frac{a^2}{4l} \cdot mg$  [ $a$  = a fonalak távolsága,  $l$  a hossza,  $m$  = a rajta logó tömeg,  $g$  = a nehézség gyorsulása]. Ha a rugalmas drótot  $\psi$  szöglettel csavarjuk meg, a keletkező forgató momentum  $= \tau \psi$ . A bifilaris felfüggesztést az említett módon megcsavarva, az egyensúly feltételét ily alakban írhatjuk

$$k \sin \varphi + \tau \psi = 0. \quad 1)$$

Vizsgáljuk már most az eszköz érzékenységét: azaz keressük, mennyivel forog el ezen helyzetből, ha  $k$  megváltozik  $\partial k$ -val, azaz, ha valami függélyes erő járul a rajta logó tömeg nehézségéhez pl. ráteszünk valami kis súlyt. Az elforgás szöge legyen  $\partial \varphi$ , akkor

$$\sin \varphi \partial k + k \cos \varphi \partial \varphi + \tau \partial \psi = 0,$$

mert hisz az alsó drót ugyanannyival forog el, mint a felső felfüggesztés, tehát  $\partial\psi = \partial\varphi$ . Ebből

$$\partial\varphi = \frac{\sin \varphi}{\frac{\tau}{k} + \cos \varphi} \frac{\partial k}{k}. \quad 2)$$

3. Látható, hogy ha nagy érzékenységet akarunk, azaz azt akarjuk, hogy kis  $\frac{\partial k}{k}$ -nak nagy  $\partial\varphi$  feleljen meg, akkor  $\frac{\partial k}{k}$  szorzójának nevezőjét kell kicsinynyé tennünk. Mindenekelőtt oly rugalmas drótot választunk, hogy  $\frac{\tau}{k} < 1$  legyen. Ha azután a bifilaris felfüggesztést annyira csavarjuk meg, hogy

$$\frac{\tau}{k} + \cos \varphi = 0$$

legyen, akkor az eszköz érzékenysége végtelen nagy, azaz labilis. Magában a labilis helyzetben persze nem használhatjuk az eszközt, hanem csak annak közelében. Hogy az eszközt mérésre jól lehessen használni, még azt a követelményt is ki kell elégítenie, hogy nagy érzékenység mellett elég messze legyen még a labilis helyzettől, az elcsavarással ne változzék nagyon az érzékenysége, mert különben a kitérés nem arányos az erővel.

Ezt a feltételt eszközünk a leírt alakban igen rosszul elégíti ki. Hogy az eszközt érzékenynek nevezhessük, legalább annyit kell kívánnunk tőle, hogy egy milligrammot még megérezzen, hogy 1 milligramm mondjuk 1 percnyi kitérést létesítsen rajta. Tegyük fel, hogy a bifilaris felfüggesztés egész megterhelése 40 gr.; kísérleteimnél a megterhelés hol kisebb, hol nagyobb volt. Akkor 1 milligramm az egész megterhelésnek  $\frac{1}{40000}$ -része, tehát  $\frac{\partial k}{k} = \frac{1}{40000}$ ; mivel pedig 1 perc közel  $\frac{3}{10000}$ , a 2) képletben  $\frac{\partial k}{k}$  szorzójának körülbelül 12-nek kell lennie, hogy 1 milligramm 1 percnyi kitérést létesítsen.

Legyen már mostan  $\frac{\tau}{k} = 0.1$ ; kevesebbet alig vehetünk, mert különben a rugalmas drótot nagyon meg kell csavarnunk.

a mi az eszköz biztosságát csökkentené. Az eszköz akkor  $\varphi = 95^\circ$   $45'$ -nél labilis;  $\varphi = 90^\circ$ -nál pedig még nem elég érzékeny, mert  $\frac{\partial k}{k}$  szorzója csak 10. Ha  $\frac{\tau}{k} = 0.5$ , az eszköz  $\varphi = 120^\circ$ -nál labilis;  $\varphi = 115^\circ$ -nál  $\frac{\partial k}{k}$  szorzója 11. Ha  $0.5 < \frac{\tau}{k} < 1$ , a viszonyok még rosszabbak.

Látjuk tehát, hogy eszközünk csak igen közel a labilis helyzethez éri el a kellő érzékenységet, a mi nagy hátrány. Mindenesetre igen nagy előny, ha az eszközt úgy lehet módosítani, hogy a kívánt érzékenységet elérje, a nélkül, hogy a labilis helyzethez ily közel jutna.

Ha  $\frac{\tau}{k} > 1$ , akkor az eszköz nem lesz ugyan labilis, hanem nem is éri el a kellő érzékenységet.

## 2. A bifilaris felfüggesztés módosított alakja.

4. A bifilaris felfüggesztés alakját némiképp változtatván, elértem, hogy az eszköz az előbbi fejezetben tárgyalt követelményeket teljesen kielégítse. A bifilaris felfüggesztés két fonálához — rendesen platindrótot használtam — egyenlő közökben apró, 0,5 mm. vastag vízszintes rudacskákat forrasztottam, úgy hogy a felfüggesztés létrához hasonlított (1. ábra AB). Pl. az egyik igen sokat használt felfüggesztés hossza 60 cm. volt; két centiméternyi közökben rudacskákat forrasztottam a két fonálhoz, úgy hogy az egész felfüggesztés 30 kisebb közre volt osztva; a fonalak távolsága egymástól 5 mm. volt. Az ilyen felfüggesztést több teljes körülforgással meg lehet csavarni, a nélkül, hogy a fonalak egymásra csavarodnának. Látni fogjuk, hogy éppen ezen nagy megcsavarás által éri el a kellő érzékenységet.

Keressük az új berendezésű eszköz érzékenységét. A felfüggesztés alsó végéhez erősítsünk megint egy rugalmas drótot, melynek alsó végén levő vízszintes rúd a már leirt módon van megtámasztva. Az említett rudacskák oszszák a felfüggesztést  $n$  egyenlő darabra; az egész felfüggesztés hossza legyen  $l$ , továbbá legyen úgy mint az előtt  $k = \frac{a^2}{4l} mg$ . Ha az egész felfüggesztés  $\varphi$  szöggel

csavarodik el, minden egyes darabja — két rudacska közti darab —  $\frac{\varphi}{n}$ -nel csavarodik meg; egy ily darab megcsavarodásából származó forgató momentum tehát  $nk \sin \frac{\varphi}{n}$ ; miután pedig minden egyes darab forgató momentuma egyenlő az egész felfüggesztés forgató momentumával, fenti képlet adja az egész forgató momentumot; ha az alsó drót e közben  $\psi$  szöggel csavarodott meg, akkor az egyensúly feltétele

$$nk \sin \frac{\varphi}{n} + \tau \psi = 0. \quad 3)$$

Az érzékenységre pedig úgy mint előbb találjuk

$$\partial \varphi = \frac{n \sin \frac{\varphi}{n} \cdot \frac{\partial k}{k}}{\frac{\tau}{k} + \cos \frac{\varphi}{n}}. \quad 4)$$

5. Az eszköz új alakjában labilis lesz, ha  $\cos \frac{\varphi}{n} + \frac{\tau}{k} = 0$ , azaz ha a felfüggesztésnek  $n$ -edrésznyi darabja van annyira megcsavarva, mint előbb az egész felfüggesztés; vagy az egészet  $n$ -szer akkora szöglettel kell megcsavarni, hogy a labilis helyzetbe jusson. Ennél sokkal kisebb megcsavarásoknál azonban az eszköz már elég érzékeny; legyen megint  $\frac{\tau}{k} = 0.1$ ; labil lesz az egyensúly, ha  $\frac{\varphi}{n} = 95^\circ$ , vegyük az említett 30-közü felfüggesztést, csavarjuk az egészet 4-szer körül, azaz legyen  $\frac{\varphi}{n} = 48^\circ$ , akkor

$$\partial \varphi = 29 \frac{\partial k}{k}.$$

$$\text{Ha } \frac{\tau}{k} = 0,5 \text{ és } \frac{\varphi}{n} = 48^\circ$$

$$\partial \varphi = 17 \frac{\partial k}{k}.$$

$$\text{Ha } \frac{\tau}{k} = \frac{2}{3} \text{ és } \varphi = 48^\circ$$

$$\partial \varphi = 16 \frac{\partial k}{k},$$

tehát eszközünk érzékenyebb, mint kívántuk, ámbár még igen messze van a labilis helyzettől.

6. Hogy az eszköz mérésekre igazán hasznavehető legyen, még azt is meg kell tőle követelnünk, hogy biztosan, mindig egyformán működjék, hogy ugyanazon erő mindig ugyanazt a kitérést adja. Mielőtt erre vonatkozó néhány mérést közölnék, még néhány szót kell szólanom az eszköz tényleges berendezéséről. (1. ábra  $A$ -tól  $D$ -ig terjedő része.)

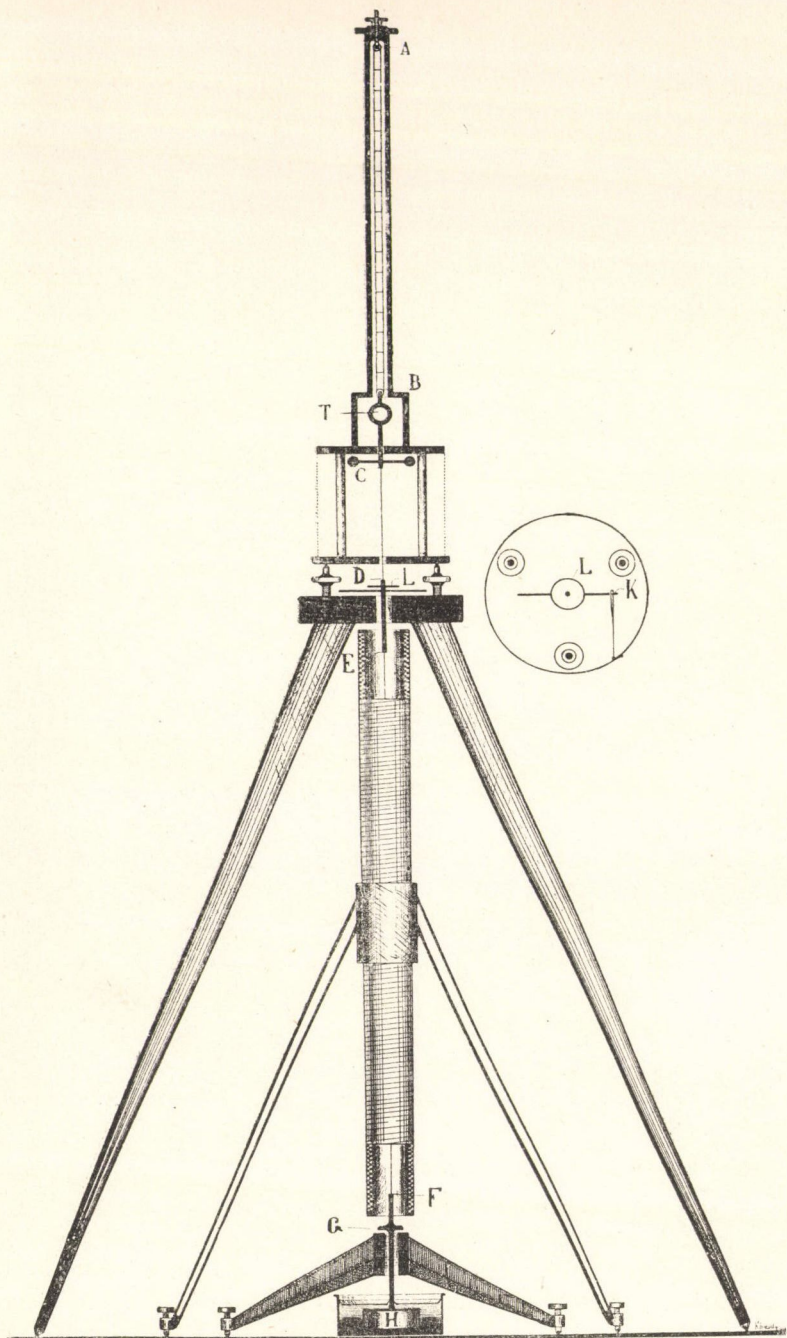
A felfüggesztés egy vertikális csővel ellátott szekrényben foglalt helyet;  $AB$  felső vége torsiofejhez volt erősítve; alsó vége kis vízszintes rudat hordott  $C$ , eltolható súlyokkal a lengés idő szabályozására; ugyanott kis tükör is volt az elforgás mérésére  $T$ . A rúdhoz erősítettem az alsó rugalmas drótot  $CD$ ; ennek alsó végén ugyancsak vízszintes rúd volt  $K$ . Ha a torsiofejet megcsavarjuk, arról kell gondoskodnunk, hogy a rugalmas drót alsó vége vagy a rajta levő vízszintes rúd el ne forogjon, különben az egész eszköz követi a torsiofej forgását és megcsavarás létre sem jön. Ezt elérhetjük úgy, hogy a vízszintes rúd valami vertikális fix rúdhoz ütődik. Ez egyik irányban megakadályozza a rúd forgását, másrészt ha elég sima a rúd, föl és alá mozoghat; vagy elérhetem úgy, hogy a rúd végét finom fonálból készült hurokkal valami állványhoz kikötöm. Ez az utóbbi mód jobbnak bizonyult (l. 1. ábra, vízszintes metszet).

A drót alsó végéhez azonkívül kis csésze is volt forrasztva, melyre apró súlyokat lehetett rárakni.

Az egyik ily bifilaris felfüggesztés hossza 60 cm. volt, 30 közzel; az alsó drót platinából volt. A mikor az összes megterhelés 40 gr. volt, azt találtam, hogy  $\frac{\tau}{k} = 0.69$ . Először észleltem az érzékenységet, mikor bifilaris felfüggesztés két teljes körülforgással volt megcsavarva; tehát  $\varphi = 2.360$  és  $\frac{\varphi}{n} = 24^\circ$ . Ezen adatokat 4)-be téve, kapjuk

$$\delta\varphi = 7.6 \frac{\delta k}{k}. \quad 5)$$

Az érzékenységet kísérletileg úgy határoztam meg, hogy az alul levő csészére 0.105 gr.-ot raktam rá és távcső skála segítségével



1. ábra.



észleltem a tükör elforgását. Mivel az összes megterhelés 40 gr. volt,  $\frac{\delta k}{k} = \frac{0.105}{40} = 0.00263$ , tehát 5)-ből

$$\delta\varphi = 0.0200.$$

A skálatávol 1975 mm. volt, tehát a 2 mm.-re osztott skálán a theoria alapján 0.105 gr. eszközünkön 39.0 osztályrésznyi kitérést létesítene.

Tíz egymásutáni mérés az 0.105 gr. létesítette kitérés következő értékeit szolgáltatta:

40.49
40.47
40.52
40.44
40.54
40.51
40.60
40.57
40.51
40.47
Közép 40.51

Ha a bifilaris felfüggesztést 3-szor csavarjuk körül,  $\varphi = 3.360^\circ$ ,  $\frac{\varphi}{n} = 36^\circ$ , 5) alapján 61.3 osztályrésznyi kitérés várható. Az észlelt kitérések a következők:

62.20
62.26
62.22
62.20
62.27
62.33
62.32
62.27
62.24
62.24
Közép 62.26

Ha  $\varphi = 4.360^\circ$ ,  $\frac{\varphi}{n} = 48^\circ$ , 5) alapján a kitérés  $85.2$ ; az észlelés adta kitérések pedig:

83.60

83.47

83.35

83.16

83.27

83.51

83.72

83.54

83.58

33.52

Közép 83.47

Az adatokból látható, hogy a kísérletek teljesen kielégítik a theoria követelményeit, másrészt az észlelés biztonsága semmi kívánni valót sem hagy hátra, a mennyiben az egyes észlelések eltérése a középértéktől alig tesz ki  $0.1$  osztályrésznél többet, a mi azt mondja, hogy ezen eszköz  $0.1$  milligrammnyi erőt még megérez, vagyis megérez oly erőt, mely az összes reá ható erőnek  $\frac{1}{400000}$ -része.

## II. RÉSZ.

### 1. A mágneses hosszváltozás mérése.

1. Az I. részben leírt eszközzel közvetlenül erőváltozást lehetett mérni; ha tehát drótok mágneses hosszváltozásának mérésére akarjuk használni, azon kell lennünk, hogy a hosszváltozás erőváltozást, súlyváltozást hozzon létre. Ezt a következő módon érhetjük el. A rugalmas drót alsó végén levő rúdhoz forrasztjuk a megvizsgálandó drótot (1. ábra  $EF$ ); ezen lóg azután egy függélyes üveghenger  $H$ , mely részben higanyba merül; az üveghengert többet vagy kevesebbet merítve a higanyba, elérhetjük, hogy a megvizsgálandó drót megterhelése a kívánt érték legyen. Ha most a drótot megmágnesezzük, a hossza megváltozik, tegyük megrövidül, ezzel emelkedik a higanyba merülő üveghenger, ezzel

megváltozik a bifilaris felfüggesztés megterhelése s pedig nagyobbodik s így egyensúlyi helyzete megváltozik. Mostan emeljük a higanyniveaut, a megterhelés ezzel kisebbedik; emeljük a higanyniveaut mindaddig, míg az eredeti egyensúlyi helyzet visszatér, míg a megterhelés egyenlő az eredeti megterheléssel. A higanyniveau emelkedése, számítva a mágnesezés előtti helyzettől, éppen akkora, mint a drót megrövidülése.

Mert hisz, ha a bifilaris felfüggesztés megterhelése ugyanaz, akkor annak alsó vége is szigorúan ugyanazon magasságban van; a rugalmas drótnak megterhelése sem változott, tehát hossza sem, alsó vége tehát ugyanolyan magasságra van, mint azelőtt. Ebből látható, hogy ha a higanyniveau emelésével a bifilaris felfüggesztés eredeti egyensúlyi helyzetébe visszatér, akkor a megmágnesezett drót felső vége ugyanolyan magasságra van, mint a mágnesezés előtt. A megrövidülés által tehát csak az alsó vége jutott magasabbra s pedig ugyanannyival, mint a mennyivel a higanyniveaut emelni kellett, hogy az eredeti egyensúlyi helyzet vissza-  
térjen.

2. A megrövidülés természetesen igen kicsiny, alig észleltem 0.02 mm.-nél nagyobb megrövidülést. Ugyanennyivel kellett a higanyniveaut is emelni. Ezt a kis emelkedést a következő módon lehetett lemérni. A higanyba egy 14.35 mm. átmérőjű üveghenger merült, melyet mikrométer csavarral lehetet emelni vagy süllyeszteni. A higanyos edény átmérője 173.5 mm. volt. Ha a kis üveghenger süllyed, a higanyniveau az edényben a keresztmetszetekkel fordított arányban emelkedik. Az adott méreteknél a higanyniveau emelkedése a kis henger süllyedésének 145.2-edrésze. A hengert tehát 2.904 mm.-rel kell süllyeszteni, hogy a higanyniveau 0.02 mm.-rel emelkedjék. A mikrométer csavarmentének magassága 0.323 mm., ezzel tehát a kis henger süllyedése elegendő pontossággal mérhető.

3. Az eszköz érzékenysége nagy mértékben függ a megterheléstől. A vasdróttal végzett kísérleteimnél a megterhelés 75 gr. volt. Azt találtam, hogy a mikrométert 1.293 mm.-rel eltolva, az eszköz egyensúlyi helyzete 29.0 skálarészszel változott, ha a skálátávol 207.0 cm. volt. Ha tehát a mágnesezés folytán a felfüggesztés egyensúlyi helyzete 1 osztályrészszel változik, akkor ez

$1.293$   
 $29.0 \times 145.2 = 0,000307$  mm.-nyi megrövidülésnek felel meg.  
 Mivel  $0.1$  osztályrésznyi kitérés még leolvasható, a drótnak  
 $\frac{3}{100000}$  mm.-nyi megrövidülése még lemérhető. Ez az érzékenység  
 elégségesnek bizonyult, mert a legkisebb megrövidülés, melyet  
 mértem, körülbelül  $\frac{4}{1000}$  mm. volt.

## 2. A mágneses feszültségváltozás mérése.

4. Ha a mágnesezés okozta megrövidülésen kívül ismerjük azt a feszítő erőt, mely a drótot eredeti hosszára visszaviszi, akkor eme két adatból kiszámítható a drót elasticitási modulusa, ha még ismerjük a drót átmérőjét és hosszát. Az említett feszítő erőt is meg lehet határozni a bifilaris felfüggesztéssel. Nem kell egyebet tennünk, mint a megvizsgálandó drót alsó végét megrogzítenünk, úgy hogy a drót alsó vége el ne mozdulhasson. A drótot úgy fogjuk meg, hogy feszültsége ugyanaz legyen, mint előbb, mikor a higanyba merülő üveghenger lógott rajta. Akkor a bifilaris felfüggesztés egyensúlyi helyzete is ugyanaz, mint azelőtt. Ha most a drótot megmágnesezzük, az megrövidül, alsó vége nem mozdulhatván, felső vége lejjebb jut, huzza a bifilarist, ez tehát elcsavarodik. A bifilarist visszaviszszük előbbeni egyensúlyi helyzetébe az által, hogy kisebbitjük a megterhelését, leveszünk róla bizonyos súlyt. Akkor a bifilaris alsó vége, tehát a vizsgálandó drót felső vége is ugyanazon magassághoz jut, mint volt a mágnesezés előtt. A levett súly egyenlő ama feszítő erővel, mely a megmágnesezett drótot eredeti hosszára viszi vissza.

Ez az okoskodás természetesen feltételezi, hogy a bifilaris felfüggesztés és a megvizsgálandó drót között levő rugalmas drót feszültsége és hossza nem változott, mintán az eredeti egyensúlyi helyzet beállott. Hogy az ebből származható hibát kiküszöböljem, a rugalmas és a megvizsgálandó drót közé egy  $1.5$  mm. vastag függélyes sárgarézrudat iktattam  $DE$ . Eme rudon kis vízszintes körlap volt  $L$ , melyre súlyokat lehetett rátenni vagy levenni. Így azután az eredeti egyensúlyi helyzetbe visszatérve, a bifilaris felfüggesztés és a rugalmas drótra ható feszítő erő egyforma és egyenlő az ere-

detivel; míg a megmágnesezett drót feszültségének változását a megfelelő súly levevésével kompenzáljuk.

A feszítő erőnek lemért változásai néhány grammot tettek ki, a mi igen jól mérhető, a mennyiben 1 osztályrésznyi kitérésnek 0.05 gr.-nyi megterhelés változás felelt meg.

### 3. *A kísérletek berendezése.*

5. A bifilaris felfüggesztés  $AB$  és az alsó rugalmas drót  $CD$  egy darabja függélyes csővel ellátott fémszekrénybe volt zárva, a cső tetején torsiofejjel. A szekrény fenekén kis lyuk volt a rugalmas drót átbocsátására. Az egész erős háromlábú állványon állító csavarokon állott.

Az alsó rugalmas dróton 1.5 mm. vastag, 12 cm. hosszú függélyes sárgaréztűd lógott  $DE$ . Ezen a rudon kis körlap volt  $L$ , hogy súlyt lehessen rárakni, azonkívül egy vízszintes tűd is hozzá volt forrasztva  $K$ . Ezt a tűdat egy fix állványhoz kötött 6 cm. hosszú finom cocon szálból készült hurok fogta meg, mely forgását egy irányban megakasztotta (l. vízszintes metszet). A függélyes réztűdhez forrasztottam a megvizsgálandó drótot  $EF$ ; hossza igen közel 90 cm. Alsó végén lógott 12 cm. hosszú és 2 mm. vastag réztűdon az említett üveghenger  $H$ ; ennek átmérője 90 mm., magassága 40 mm. Belsejében ólom volt, hogy jó nehéz legyen s eléggé bemerüljön a higanyba. A réztűdhez egy 2 mm. vastag vízszintes sárga rézlemez volt forrasztva  $G$ . Ennek az volt a rendeltetése, hogy a mágneses feszültségváltozás mérésekor az üveghenger ennek segítségével egy erős háromlábba támaszkodjék. Ilyenkor a háromlábát csavarokkal annyira emeltem, hogy a rajta nyugvó üveghenger körülbelül 3 mm.-rel emelkedjék ki a higanyból. Az üveghenger akkor körülbelül 400 gr. súllyal nyugodott a háromlábban, a mi elég biztosíték volt arra, hogy a vizsgálandó drót alsó vége mozdulatlan marad.

A bifilaris felfüggesztés, illetve a reá erősített tükör elforgását a szokásos módon skála és távcső segítségével mértem.

6. A drót mágnesezése elektromágneses úton történt. A drótot egy függélyes tekercs vette körül, melyet állító csavarok segítségével pontosan függélyesre lehetett állítani. A tekercs hossza

99.3 cm., a megvizsgálandó dróté csak 90 cm.; a drót két vége tehát 5 cm.-rel volt beljebb a tekercs két végénél. A tekercs úgy készült, hogy 62.0 mm. átmérőjű üvegesőre 0.8 mm. vastag, selyemmel izolált vörös rézdrótot csavartam. A tekercs négy rétegből állott. Az 1. legbelsőbb réteg 973 menetből, a 2. 974, a 3. 971, a 4. végre 971 menetből állott.

A tekercs méreteiből kiszámítható a belsejében létesített mágneses tér intenzitása, ha ismeretes a mágnesező áram intenzitása.

Legyen a tekercs hossza  $l$ , a menetek sugara  $a$ ,  $v$  a hosszegységre eső menetek száma, és  $i$  a mágnesező áram intenzitása, akkor egyszerű számítás mutatja, hogy a tekercs tengelyében a középtől  $x$  távolságra a mágneses erő intenzitása

$$H = 2\pi vi \left( \frac{\frac{l}{2} - x}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{l}{2} + x\right)^2}} + \frac{\frac{l}{2} + x}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{l}{2} - x\right)^2}} \right).$$

A használt tekercsnél  $l = 99.3$  cm.,  $a = 3.28$  cm. A tekercs közepén a mágneses erő intenzitása  $= 4\pi vi \cdot 0.998$ . A tekercs végétől 5 cm.-re befelé, a hol a vizsgálandó drót vége volt, a mágneses erő  $= 4\pi vi \cdot 0.918$ . A mágneses erő tehát a drót mentén oly keveset változik, hogy vehetjük a mágneses erő következő középvértékét:

$$\frac{1}{2l} \int_{-l/2}^{+l/2} Hax,$$

hol  $2l$  a drót hossza. A számítás azt mutatja, hogy a mi esetünkben eme középvérték  $= 4\pi vi \cdot 0.990$ . Ezen érték igen keveset tér el a középpontra talált értéktől, a mi szintén mutatja, hogy a mágneses tér eléggé homogénnek tekinthető.

A tekercs úgy készült, hogy egyes rétegeit kényelmesen lehetett akár egymás után, akár egymás mellé kapcsolni, vagy csak egyes rétegeit felhasználni.

7. A mágnesezésre a városi áramot használtam; az áram intenzitása a menetekben közel 10 Amp. volt. Minden egyes kísérletnél az áram körülbelül 5 mp.-ig haladt át a tekercsen. Ez az

áram a tekercset érezhetően felmelegítette. Különös gondot kellett tehát fordítani arra, hogy a vizsgálandó drót fel ne melegedjék, mert ez igen jelentékeny hibaforrást képezett volna. Ezért a tekercs közepébe egy 105 cm. hosszú és 1 cm. belső nyílású sárga rézcsövet helyeztem (az ábrán nincs feltüntetve). Eme csőben lógott a vizsgálandó drót. A tekercs fala és ezen cső közötti rész a kísérlet közben olvadó jéggel volt megtöltve. Ez a jégréteg igen jól védte a drótot a melegedés ellen, a miről a következő módon győződhettem meg: a mágnesező tekercs két menetét a másik kettővel ellentétesen kapcsoltam, úgy hogy az átmenő áram létesítette mágneses erő zérus legyen. Az áramot 20 másodperczig zárva, az eszköz egyensúlyi helyzete semmit sem változott. A mérések alatt az áram mindössze csak 5 másodperczig haladt a tekercsen át; az áram megszakítása után pedig az egyensúlyi helyzet megállapítása 7 másodperczet vett igénybe. A melegedésből nem talán származó hiba tehát teljesen ki van küszöbölve.

8. Az áram intenzitását abszolút tangensgalvanometerrel mértem. A galvanometer egy egyetlen körmenetből állott 5,9 mm. vastag drótból. A körmenet középtátmérője 32·32 mm. A kör síkja a meridiánban állott. Tőle 91·0 távolságban állott a magnetometer. Ennek elforgását skála és távcső segítségével mértem. A skálatávolság 147·9 cm. volt. A galvanometert ezüst voltameterrel összehasonlítva találtam, hogy egy skálárésznyi kitérés 0·589 Ampère-nek, tehát 0·0589 abszolút C. G. S. egységnek felelt meg. Maga a mágnesező tekercs is kitérítette a magnetometert 1—2 osztályrészszel; ezt mindig külön mértem és tekintetbe vettem.

9. A kísérletek menete a következő volt: Miután a tekercs jéggel meg volt töltve, a mágnesezendő drótot betettem a tekercsbe és a felfüggesztéshez erősítettem. Mielőtt az alsó végét az üveghengerrel összekötöttem volna, annyi súlyt akasztottam rá, hogy a drót megterhelése a kívánt legyen; ekkor megnéztem a felfüggesztés egyensúlyi helyzetét. Most levettem róla a súlyokat és összekötöttem a higanyba merülő üveghengerrel. A higanyniveaut addig változtattam, míg a felfüggesztés az előbbi egyensúlyi helyzetébe visszatért. Ily módon a drót mágneses megrövidülését mindig ugyanazon megterhelésnél észleltem.

A mágneses hosszváltozást négy különböző mágnesező erő-

vel észleltem; a városi áramot bekapcsoltam először egy rétegbe, azután fokozatosan 2, 3 és 4 egymásmellé kapcsolt rétegbe, és visszafelé 3, 2 és 1 rétegbe. A mágnesezés mindig 5 másodpercig tartott, azután az áramot kikapcsoltam. Tehát észleltem a megrövidülést felfelé és lefelé menő mágnesező erőnél. Mielőtt az észleléshez hozzáfogtam, a drótot előbb a leírt módon felfelé és lefelé menő erővel mágneseztem. A felfüggesztés egyensúlyi helyzetét a szokásos módon forduló pontokból kellett meghatározni. Biztonság kedvéért a mágnesezés után is meghatároztam az egyensúlyi helyzetet; ez az eredetivel 1—2 tized osztályrészig, tehát az észlelés határán belül egyezett. Ennek elvégeztével meghatároztam az eszköz érzékenységet. A mikrometercsavart 4 vagy 6-szor körülforgattam és megmértem, mekkora változást hoz létre az egyensúlyi helyzetben.

Hogy a drót megrövidülését a higanyniveau emeléséből meghatározzuk, fel kell tételeznünk, hogy a higany felületi feszültsége nem változik, hogy mindig egyformán illeszkedik az üveghengerhez. Ezért nagy gondot kell fordítani úgy az üvegedény és üveghengerek, valamint a higany tisztaságára. Lehetőleg mindig friss higanyt használtam. Azonkívül előnyösnek bizonyult a higany fölé kénsavval kissé megsavanyított vizet tölteni. A víz a dróton lógó üveghengert is teljesen ellepte, úgy hogy felszíne azt a 2 mm. vastag sárgarézdrótot nedvesítette, mely az üveghengert a vizsgálendő dróttal összekapcsolta.

A megrövidülések észlelését bevégezvén, nem maradt már elég jég a tekercsben, hogy a feszültségváltozást is észlelni lehetett volna; mindig észrevehető volt valami hőmérsékletváltozás a dróton. Az eszközt szét kellett szedni, a tekercset újra megtölteni jéggel, azután az eszközt újra összerakni és az előbb leírt módon beállítani.

Az érzékenységet úgy határoztam meg, hogy a már említett körlapra óvatosan, emeltyük segítségével kis súlyt helyeztem és megnéztem az egyensúlyi helyzet változását.

Úgy a megrövidülés, mint a feszültségváltozás mérésénél egy kísérleti sorozat folyamán ugyanazon mágnesező erő okozta kitérést legalább 2-szer észleltem; a két észlelés 1—2 tized osztályrészig egyezett. Az érzékenységet mindig 4 mérésből határoztam meg.



Az áram intenzitását mindig csak a megrövidülés vagy feszültségváltozás meghatározása után észlelhettem, egyszerűen azért, mert egyszerre csak egy távcsőbe nézhettem.

#### 4. Észlelések.

10. Hogy a mérési adatok megbízhatók legyenek, meg kellett győződni, hogy az észlelt kitéréseket tényleg a hossz- és feszültségváltozás hozta létre, nem pedig valami más erő. Megvizsgáltam, hogy a mágneses erő nem gyakorol-e vonzást a felfüggesztés egyes részeire; semmi hatást sem vettem észre. A megvizsgálandó drót helyébe platinadrótot tettem; a mágnesezés semmi kitérést sem hozott létre. Megvizsgáltam, hogy a mágnesező tekercs nem gyakorol-e érezhető vonzást magára a vizsgálandó drótra: a drótra az üveghenger helyett más súlyt akasztottam, mely egészen szabadon lógott rajta, a higanyba nem merült. A tekercsbe áramot bocsátva, az eszköz nem mocszant. A tekercset szándékosan kissé ferdén vagy excentrumosan állítottam, a kitérés csak az maradt, a mi volt.

A feszültségváltozás mérésénél az érzékenységet úgy határoztam meg, hogy kis gyűrűalakú súlyt — 3·027 gr.-ot — raktam az eszközre s pedig lehetőleg a középre. Megvizsgáltam mennyire változik a kitérés, ha a súlyt excentrumosan rakom rá. 1 cm.-rel excentrumosan rátéve, a kitérés 1 osztályrésszel változott; ha tehát 1 mm.-ig pontosan a középre helyezem, a kitérés 0·1 osztályrészig biztos. Az egész kitérés körülbelül 50, egy másik sorozatnál 70 osztályrész volt; az érzékenység tehát  $\frac{1}{500}$ , ill.  $\frac{1}{700}$  -részig helyes.

Azonkívül megvizsgáltam, mennyire arányos a kitérés a megterheléssel. Azt találtam, hogy 3·027 gr. 54·8 osztályrészt adott; 6·649 gr. pedig 120·3 osztályrészt; a megterhelések viszonya 2·197, a kitéréseké 2·195. A hossz- és feszültségváltozásnál észlelt kitérések az itt közölt kitéréseken belül mozogtak. A kitérést tehát pontosan arányosnak vehettem úgy a hossz-, mint a feszültségváltozással.

11. Ezek alapján az elasticitási modulus arányos a hossz- és feszültségváltozásoknak megfelelő kitérések viszonyával. Lát-

ható, hogy a kísérleti adatokból eldönthető, hogyan változik az elasticitási modulus, ha a mágnesező erő változik; a változás megállapítható a nélkül, hogy magát az elasticitási moduluszt meg kellene határozni. Az elasticitási modulus nem mágneses állapotban a leírt módon meg sem határozható, legfeljebb extrapolatio útján.

A dolgozat bevezetésében felvetett kérdés eldöntése tehát végeredményben igen egyszerűen történik: ha a megfelelő kitérések viszonya változik, változik az elasticitási modulus is s pedig azzal arányosan.

### *I. nikeldrót.*

12. A drótra vonatkozó adatok a következők:

Hossza	900·2 mm.
Átmérője	0·143 mm.
Megterhelés	100·0 gr.

GÜLL V. úr elemzése alapján a drót majdnem tiszta nikel, nyomokban vasat, tartalmaz: kobalt nincs benne. A következő táblázat tartalmazza az észlelt kitéréseket: az *m* sorok a meg rövidülésnek, az *f* sorok a feszültség változásnak megfelelő értékeket; *H* jelenti a mágnesező erő intenzitását absolut c. g. s. egységekben.

<i>H</i>	158	284	385	465	385	284	158
<i>f</i>	43·5	71·6	87·5	97·3	87·3	71·4	43·2
<i>m</i>	19·3	31·5	38·3	42·3	38·2	31·2	19·3
<i>f</i>	43·8	72·1	87·5	97·4	87·7	71·8	43·4
<i>m</i>	19·5	31·8	38·6	42·7	38·6	31·6	19·4
<i>f</i>	44·1	72·3	88·9	98·3	88·6	71·8	43·3
<i>m</i>	19·5	32·0	38·9	42·9	38·8	31·7	19·6
<i>f</i>	43·9	72·1	88·1	97·8	87·8	71·5	43·2
<i>m</i>	19·4	31·8	38·7	42·8	38·6	31·5	19·1
<i>f</i>	43·3	70·7	86·9	97·1	87·2	70·7	43·0
<i>m</i>	19·4	31·7	38·4	42·6	38·3	31·5	19·2
<i>f</i>	43·0	71·3	87·4	97·1	87·4	71·1	43·1

A kitérések skálárészekben advák; a skála 2 mm.-es; távolsága a felfüggesztésen lévő tűkörtől 207·0 cm. Az érzékenység

nincs feltüntetve a táblán; az az egyes sorozatok szerint kissé ingadozott; a közölt kitérések már egy ugyanazon érzékenységre vannak redukálva, s pedig a következőre: a mikrometert 6-szor körülforgatva, a létesített kitérés 35·0 oszt.; a felfüggesztésre 3·027 gr.-ot rakva, a kitérés 53·0 oszt. Vagyis 1 osztályrész = 0·000381 mm. megrövidülés és 1 osztályrész = 0·05711 gr. feszültségváltozás.

Két egymásra következő sorból képezett viszony arányos az elasticitási modulussal. Ezen értékek helyett inkább egy másikat használok, mely szintén arányos az elasticitási modulussal, s a mellett jól áttekinthető értelme is van. T. i.  $0·000381 m =$  a drót megrövidülése mm.-ekben;  $\frac{0·000381}{900·2} m =$  a drót relativ megrövidülése, azaz a megrövidülés viszonya az egész drót hosszához.  $0·05711 f =$  a feszültségváltozás grammokban s így

$$\frac{0·05711 \times 900·2}{0·000381} \cdot \frac{1}{10^5} \cdot \frac{f}{m} = 1,347 \frac{f}{m} =$$

az a feszültségváltozás, tehát az a megterhelés grammokban kifejezve, mely a drótot  $\frac{1}{100000}$ -del megnyújtja. Ezen érték legyen  $p$ , akkor az elasticitási modulus

$$E = \frac{100000}{\pi \cdot 0·0715^2} p = 6227 p.$$

A következő táblázat  $p$  értékeit adja az előbbi táblázat egymásra következő soraiból képezve:

$H$	158	284	385	465	385	284	158
	3·04	3·06	3·08	3·10	3·08	3·08	3·01
	3·06	3·08	3·08	3·10	3·09	3·10	3·03
	3·03	3·05	3·05	3·07	3·06	3·06	3·01
	3·04	3·06	3·10	3·10	3·09	3·06	3·01
$p$	3·05	3·04	3·08	3·09	3·08	3·05	2·98
	3·03	3·04	3·05	3·07	3·05	3·04	2·97
	3·05	3·05	3·07	3·08	3·07	3·06	3·05
	3·01	2·99	3·02	3·06	3·04	3·02	3·03
	3·01	3·01	3·05	3·07	3·05	3·02	3·02
	3·00	3·03	3·07	3·07	3·07	3·04	3·02

Az egyes oszlopokból a középértéket véve  $p$ -re és az elasticitási modulusra, a következő táblát kapjuk:

$H$	$p$	$E$
158	3·030	18850
284	3·040	18950
385	3·065	19100
465	3·080	19200
385	3·070	19100
284	3·055	19000
158	3·015	18750

Nem lesz talán érdektelen, ha a megrövidülések értékét is táblázatba foglalom. A következő tábla egy 1000 mm. hosszú drót megrövidülését adja tizedrész milliméterekben:

$H$	$m$
158	82
284	135
385	164
465	181
385	163
284	134
158	82

## II. nikeldrót.

A drótot ugyanazon tekercsből vettem, mint az előbbit; adatai a következők:

Hossza \_ \_ \_ \_ \_ 901·5 mm.  
 Átmérője \_ \_ \_ \_ \_ 0·148 mm.  
 Megterhelés \_ \_ \_ \_ \_ 100 gr.

A következő táblázat a kitéréseket tünteti elő, ugyanazon érzékenységre redukálva, mint az előbbi esetben:

<i>H</i>	158	282	383	471	383	282	158
<i>m</i>	21·1	34·1	41·1	45·1	40·8	33·6	20·7
<i>f</i>	48·5	78·7	95·4	105·2	94·7	77·9	47·9
<i>m</i>	20·8	33·7	40·6	44·4	40·4	33·4	20·4
<i>f</i>	48·1	78·1	94·9	104·3	94·1	77·3	47·3
<i>m</i>	20·6	33·4	40·2	44·1	40·0	33·0	20·4
<i>f</i>	48·5	78·6	94·8	105·1	94·7	77·8	47·7
<i>m</i>	20·9	33·7	40·6	44·6	40·5	33·4	20·7
<i>f</i>	48·7	78·9	95·1	104·9	94·7	77·0	47·5
<i>m</i>	20·9	33·7	40·5	44·6	40·2	33·5	20·7
<i>f</i>	48·8	79·2	95·8	105·4	95·0	78·4	48·1
<i>m</i>	20·8	33·7	40·5	44·3	40·3	33·4	20·7

Ezen táblából, úgy mint előbb, kiszámítható az a megterhelés grammokban, mely a drótot  $\frac{1}{100000}$ -részszel nyújtja meg.

<i>H</i>	158	282	383	471	383	282	158
<i>p</i>	3·10	3·11	3·13	3·14	3·13	3·12	3·12
	3·14	3·15	3·17	3·19	3·16	3·14	3·16
	3·12	3·12	3·15	3·16	3·14	3·12	3·12
	3·14	3·15	3·18	3·19	3·17	3·16	3·12
	3·17	3·17	3·18	3·21	3·19	3·18	3·15
	3·13	3·14	3·15	3·17	3·15	3·14	3·10
	3·14	3·15	3·16	3·17	3·15	3·13	3·10
	3·14	3·15	3·16	3·17	3·17	3·12	3·09
	3·15	3·16	3·18	3·18	3·18	3·15	3·13
	3·16	3·17	3·19	3·21	3·18	3·16	3·13

A kitérések viszonya igen közel ugyanaz, mint az előbbi esetben. *p* középértékét és az elasticitási modulust a következő tábla adja :

$H$	$p$	$E$
158	3·140	18500
282	3·145	18550
383	3·165	18650
471	3·180	18700
383	3·160	18600
282	3·145	18500
158	3·125	18400

A következő táblában  $m$  egy 1000 mm. hosszú drótnak meg-  
rövidülését jelenti tizedes milliméterekben.

$H$	$m$
158	88
284	143
385	172
465	188
385	171
284	141
158	87

13. A kitérések értékeit tized osztályrészig közlöm ; a fordulópontokat is, melyekből az egyensúlyi helyzetet kiszámítottam, tized osztályrészig észleltem. A hiba, melyet a fordulópontok észlelésében elkövethettem, kitehet 0·1 osztályrészt; tekintetbe kell venni, hogy a lengések igen gyorsan történtek — a lengésidő körülbelül 2·5 s. volt — és a leolvasás annál nehezebb, minél gyorsabban történnek a lengések. A kitérést két egyensúlyi helyzet különbsége szolgáltatja; tehát a kitérés értéke 0·2 osztályrészig hibás lehet; nagy kitéréseknél 0·3 osztályrésze becsülhetjük a megengedhető hibát. Kis kitéréseknél ez a hiba egy százalékot tesz; kétszer ekkora hibát várhatunk a kitérések viszonyának értékeiben is. Nem csodálkozhatunk, ha a  $p$ -t feltüntető táblázatban ilyen rendű eltéréseket találunk egy észlelési sorozaton belül. Az egyes sorozatok egymástól még valamivel nagyobb eltéréseket is mutatnak. Azonban minden egyes sorozat egész határozottan mutatja, hogy az elasticitási modulus növekedik a mágnesezéssel, s e tekintetben a két nikeldrót teljesen egyformán viselkedik.

A középértékben egy tizedessel többet irtam, azt azonban mindig kikerekítettem a legközelebbi 5 vagy 10 jegyre. A két középérték ezen határon belül egyforma menetet mutat. Feltűnő, hogy mindkét drótnál az eredeti legkisebb használt mágnesezésre visszatérve, az elasticitási modulus kisebb az eredetinel.

Megjegyzem még, hogy a kitérések észlelésénél semmi utóhatást, remanens megrövidülést nem vettem észre; a mágnesezés megszűntével az eredeti egyensúlyi helyzet mindig 1—2 tized osztályrészig helyreáll.

A vizsgálat eredményeképp tehát kimondhatjuk, hogy a vizsgált nikeldrót elasticitási modulusa a mágnesezéssel nagyobbodik s pedig közel 1·5 százalékkal, ha a mágnesező erő 160-tól 470-ig változik.

### I. vasdrót.

14. Nikelen kívül vasat is vizsgáltam. A mágnesezéssel ez is megrövidül. A vasmágneses megrövidülése jóval kisebb, mint a nikelé, körülbelül a fele; az előbbieknél alapján várhatjuk, hogy az egyes mérések is nagyobb ingadozásokat fognak mutatni. GÜLL V. úr elemzése szerint a drót 0·5%-nál kevesebb szenet és silíciumot tartalmaz.

A drót hossza       —     —     —     —     902·0 mm.

A drót átmérője     —     —     —     —     0·128 mm.

Megterhelése       —     —     —     —     75·0 gr.

A redukált kitérések:

<i>H</i>	159	286	385	473	385	286	159
<i>m</i>	13·7	21·3	25·7	28·1	25·5	21·1	13·1
<i>f</i>	28·0	44·3	53·5	58·9	53·6	44·2	27·8
<i>m</i>	13·6	21·1	25·6	28·2	25·5	21·1	13·3
<i>f</i>	28·6	45·3	54·0	59·2	53·7	44·8	28·1
<i>m</i>	13·8	21·6	26·1	28·8	25·9	21·5	13·6
<i>f</i>	28·7	46·1	55·6	61·0	55·2	45·9	29·1
<i>m</i>	13·7	21·6	25·9	28·6	25·8	21·5	13·5
<i>f</i>	28·5	45·4	54·7	60·3	54·6	45·1	28·2
<i>m</i>	13·5	21·3	25·8	28·2	25·7	21·2	13·4
<i>f</i>	28·2	45·0	53·9	59·1	53·5	44·5	28·2
<i>m</i>	13·5	21·1	25·5	28·3	25·5	21·0	13·3

Az eszköz most érzékenyebb volt, mint azelőtt; a mikrometert négyszer körülfordatva, az egyensúlyi helyzet 29·0 osztályrészszel változott; tehát 1 osztályrész kitérés megfelel 0·0003069 mm. hosszváltozásnak; másrészt 0·04204 gr. az eszközt 1 osztályrészszel térítette ki.

Ezen adatok alapján  $p = 1·236 \frac{f}{m}$  adja azt a megterhelést grammokban, mely a drótot  $\frac{1}{100000}$ -részszel nyújtja meg.

<i>H</i>	159	286	385	473	385	286	159
<i>p</i>	2·53	2·57	2·57	2·59	2·60	2·59	2·62
	2·55	2·60	2·58	2·57	2·60	2·59	2·58
	2·60	2·65	2·61	2·60	2·60	2·62	2·61
	2·56	2·59	2·56	2·54	2·56	2·58	2·55
	2·57	2·64	2·63	2·62	2·63	2·64	2·65
	2·59	2·64	2·65	2·64	2·65	2·64	2·66
	2·57	2·60	2·61	2·61	2·61	2·59	2·58
	2·58	2·63	2·62	2·64	2·63	2·63	2·60
	2·58	2·61	2·58	2·59	2·59	2·60	2·60
	2·58	2·64	2·61	2·58	2·59	2·62	2·62

Középértékek és elasticitási modulusok :

<i>H</i>	<i>p</i>	<i>E</i>
159	2·570	20000
286	2·615	20350
385	2·605	20250
473	2·595	20200
385	2·605	20250
286	2·610	20250
159	2·610	20250

1000 mm. hosszú vasdrót megrövidülése tizezred milliméterekben :



$H$	$m$
159	46·5
286	72·5
385	88·0
473	96·5
385	87·5
286	72·5
159	45·5

*II. vasdrót.*

Hasonló módon viselkedett az ugyanazon tekercsből vett második drót is. A drót adatai :

Hossza ———— 899·0 mm.

Átmérője ———— 0·128 mm.

Megterhelése ———— 75·0 gr.

$p = 1·231 \frac{f}{m}$  adja azt a megterhelést grammokban, mely a drótot  
1  
100000 -del nyújtja meg.

Redukált kitérések :

$H$	159	286	385	473	385	286	159
$f$	28·7	44·7	53·8	59·4	53·9	45·2	29·1
$m$	14·3	22·0	26·5	29·2	26·5	22·0	14·1
$f$	28·3	44·5	53·3	58·5	53·2	44·0	28·0
$m$	13·7	21·2	25·8	28·5	25·7	21·3	13·7
$f$	28·4	44·6	53·4	59·1	53·5	44·4	28·6
$m$	14·4	22·2	26·7	29·2	26·4	22·1	14·1
$f$	28·1	44·4	53·4	58·6	53·4	44·2	28·0
$m$	13·8	21·4	26·0	28·3	26·0	21·5	13·6
$f$	29·0	45·9	54·8	60·0	54·9	45·5	29·0
$m$	14·0	21·6	25·8	28·4	25·7	21·5	13·8
$f$	28·4	44·6	53·6	59·2	53·7	44·5	28·4

$p$  értékei:

$H$	159	286	385	473	385	286	159
$p$	2·47	2·50	2·50	2·50	2·50	2·53	2·54
	2·44	2·49	2·48	2·47	2·47	2·46	2·45
	2·54	2·58	2·54	2·53	2·55	2·54	2·52
	2·55	2·59	2·55	2·55	2·56	2·57	2·57
	2·43	2·47	2·46	2·49	2·50	2·47	2·50
	2·40	2·46	2·46	2·47	2·49	2·46	2·45
	2·51	2·55	2·53	2·55	2·53	2·53	2·53
	2·59	2·64	2·60	2·61	2·60	2·61	2·62
	2·55	2·62	2·61	2·60	2·63	2·60	2·59
	2·50	2·54	2·56	2·57	2·57	2·55	2·53

Középértékek és elasticitási modulusok :

$H$	$p$	$E$
159	2·495	19400
286	2·545	19800
385	2·530	19650
473	2·535	19700
385	2·540	19750
286	2·535	19700
159	2·530	19650

1000 millimeter hosszú vasdrót megrövidülése tizedred milliméterekben :

$H$	$m$
159	48·0
286	74·0
385	89·5
478	98·0
385	89·0
286	74·0
159	47·0

15. Az észlelési adatok menete az egyesülési sorozatokban egyforma, habár az egyes sorozatok egymástól nagyobb eltérést

mutatnak, mint a nikeldrónál. A vas sajátos viselkedése minden egyes sorozatban feltűnik.  $H=286$ -nál az elasticitási modulus maximumot mutat; azon túl kissé fogy; ha azután a mágnesező erőt csökkentjük, nem veszi fel eredeti értékét, hanem annál nagyobb marad. Egyáltalában a maximalis érték beállta után csak keveset változik. A nagy változás úgy látszik kis mágnesező erőknél van. A kísérlet eredménye tehát ez: az elasticitási modulus 1·9 százalékkal nagyobbodik, ha a mágnesező erő 159-ről 286-ra emelkedik; azután 0·7 százalékkal kisebbedik és ezen érték körül ingadozik, ha a drótot lefelé menő erővel mágnesezzük.

16. Az ezen dolgozatban leírt vizsgálatok czélja az elasticitási modulus változásának meghatározása; mint láttuk, ennek változása az észlelésekből igen egyszerűen megállapítható, a nélkül, hogy magát az elasticitási modulust meg kellene határozni, ámbár magára a modulusra is szolgáltatnak értéket. Az eredmények megbízhatóságát azonban nagy mértékben növeli, ha más uton meghatározva az elasticitási modulust, nem mágneses állapotban, oly értéket kapunk, mely a leírt kísérletekből nyertekkel összhangzásban van. Azért meghatároztam a modulust a szokásos módon: ismert megterhelés létesítette megnyulást kathetometerrel mértem.

Az első nikeldrót a kísérletek bevégezte után törést kapott, úgy hogy már csak  $\frac{2}{3}$  részét használhattam fel. Ezen mérésből  $E=17660$ ; a második nikeldrót ép maradt, ennek modulusát  $E=18100$ -nak találtam. Látjuk, hogy a második drót modulusa az előbb közöltekkel igen jó egyezésben van; az elsőé jóval rosszabbul egyezik. Tekintetbe kell azonban vennünk, hogy a drótnak csak egy darabját használhattam fel az utóbbi mérésre; a drót átmérőjének mérésekor pedig kitűnt, hogy az a drót mentén nagyon változik, 10 százaléknyi eltéréseket találtam. Ily körülmények között igen könnyen lehet, hogy a drót kisebb darabjához más középátmérő tartozik.

A 2. vasdrótra találtam:  $E=19230$ , a mi szintén igen jól beleillik a közölt sorozatba. Az 1. vasdrót annyira összekuszálódott, hogy mérésre nem használhattam.

17. A közölt adatokból kitűnik, hogy a mágnesezésnek kicsiny ugyan, de mégis mérhető hatása van az elasticitási modulusra.

Ezzel szemben WERTHEIM és TOMLINSON \* azt találták, hogy vasrudat hosszrezgésbe hozva, ugyanazt a hangot adja, akár van mágnesezve, akár nincsen, szóval a mágnesezés nem változtatja meg a vasrudak elasticitási modulusát.

WERTHEIM nem mondja meg, mekkora volt a mágnesező erő, azt sem, hogy a rúdnak mekkora darabját vette körül a mágnesező tekercs; lehet hogy kisebb mágnesező erőt használt, semhogy érezhető változást hozott volna létre.

TOMLINSON 2·5 méteres vasrudat használt, melynek közel 1 méteres darabját a mágnesező tekercs vette körül. A mágnesező erő nagyságát nem mondja meg, értekezéséből azonban azt lehet következtetni, hogy annak intenzitása körülbelül 30 c. g. s. volt. Méréseimből azt találtam, hogy ha a mágnesező erő 0-tól 160 c. g. s.-ig változik, a modulus körülbelül 1%-kal nő. Ha a mágnesező erő 30 c. g. s., a modulus változását 0·2%-ra tehetjük; azonkívül a rúd felénél kisebb darab volt csak a tekercsben, ezt • is tekintetbe véve TOMLINSON kísérletében a modulus valószínű változását 0·1%-ra tehetjük. A rezgésszám pedig a modulus négyzetgyökével lévén arányos, a rúd hangjának magassága körülbelül 1·20%-kal változhatott. TOMLINSON nem említi, milyen hangot adott a vasrúd; az elasticitási modulusból számítva ez körülbelül 900 rezgést végezhetett másodpercenként. TOMLINSON a rudat mágnesezés előtt monochorddal hangolta össze; az előbbi hozzávetőleges számítás szerint tehát a megmágnesezett rúd a monochorddal 2·5 másodpercenként adott volna egy lebegést, a mi még észrevehető. Tekintetbe kell azonban vennünk, hogy a mágnesezett rúd vastagsága néhány millimeter volt, s nem lehetetlen, hogy ilyen vastagságú rúd másképp viselkedik, mint a vékony drót. E mellett szól az is, hogy BYRON B. BRACKETT \*\* azt találta, hogy vasrudak elasticitási modulusa erős mágnesezésnél csak 1/2%-kal nagyobb, mint igen gyenge mágnesezésnél. SHAKESPEAR \*\*\* azt találta, hogy 0·7 mm. vastagságú vasdrót elasticitási modulusa a mágnesezéssel kisebbedik. Erre vonatkozó méréseit az idézett

---

\* L. c.

\*\* L. c.

\*\*\* L. c.

értekezésben csak néhány szóval említi, hozzáteszi még, hogy a mérések nem voltak kielégítők.

WERTHEIM úgy is megvizsgálta a kérdést, hogy a szokásos módon, a megterhelés okozta megnyúlásból meghatározta a modulus, midőn a drót nem volt mágnesezve, azután pedig, mikor hosszú ideig mágnesezte. Azt találta, hogy a modulus kisebbedik. Kísérleteinél azonban semmikép sem gondoskodott arról, hogy a drót hőmérséklete ne változzék.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 január 22.-én tartott üléséből.)

## VIZSGÁLATOK

### AZ ENERGIAFORGALOM ÉLETTANA KÖRÉBŐL.\*

TANGL FERENCZ-től.

Az állati szervezet tudvalevőleg az életműködések végzéséhez szükséges összes energiát a tápanyagokból meríti; az életfolyamatok a tápanyagok chemiai energiájának átalakulásán alapulnak. Ha tehát ismerjük a szervezetben elhasznált tápanyagok mennyiségét és az el nem használt bomlási termékeket, akkor a tápanyagok és bomlási termékek ismeretes égési melegéből kiszámíthatjuk azt, hogy a tápanyagok mennyi energiát szolgáltatnak a szervezetnek. Ilyen módon az állati szervezet bevételeinek (a tápláléknak) és kiadásainak (ürülékeknek) chemiai összetételéből közvetve kiszámítjuk az energiaforgalmat. Az energiaforgalomnak ilyen meghatározása kifogástalan adatokat nem szolgáltathat azért, mert különösen az ürülékekben az egyes alkotórészek mennyiségét és részben természetét sem ismerjük és így energiatartalmukat — égési melegüket — sem számíthatjuk ki kellő pontossággal. RUBNER és KELLNER szabatos vizsgálatokkal kimutatták, hogy a szervezet energiaforgalma közvetlenül is meghatározható, vagy úgy, hogy megfelelő calorimeter segítségével meghatározzuk a testben képződött hő mennyiségét, vagy úgy, hogy calorimeterrel meghatározzuk a táplálék és az összes ürülékek égési melegét, energiatartalmát. Az utóbbi módszert különösen KELLNER\*\* dolgozta ki nagy szabatossággal. KELLNER ökrökön végezte kísérleteit. A takarmány, valamint a bélsár és a vizelet energiatartalmát a

---

\* Közlemény a m. kir. állatorvosi főiskola élettani intézetéből.

\*\* KELLNER. Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen. Bd. XI.VII. 1896. pag. 275.

BERTHELOT-MAHLER-féle calorimetriás bombával határozta meg a STOHMANN által kidolgozott módszer szerint.

KELLNER-nek rendkívül szabatos, nagyfontosságú vizsgálataiból mindenekelőtt az tűnt ki, hogy a táplálékban foglalt emészthető tápanyagoknak élettani hasznosértéke korántsem egyforma a különböző állatokban, s hogy ennél fogva a RUBNER által az ember számára megállapított értékek nem vihetők át egyszerűen az állatokra is. Minden egyes állatfajra az emészthető tápanyagoknak élettani hasznosértéke tehát kísérletileg külön állapítandó meg.

KELLNER módszerét az energiaforgalom megállapítására kivül még csak igen kevesen alkalmazták, ámbár szabatos volta miatt igen kíváncsok, hogy az anyagcserevizsgálatoknál minél kiterjedtebben alkalmazzák. Anyagcserevizsgálataimnál, melyeket különféle háziállatokon végeztek, egy idő óta rendszeresen használom ezen módszert. Jelen közleményemben röviden ismertetem néhány kísérletnek eredményét, melyeket szárnyasokon végeztem azon czélból, hogy megállapítsam ezen állatoknak energiaszükségletét olyan körülmények között, midőn sem külső munkát nem végeznek, sem pedig testük állományát nem gyarapítják. Ez azon energiamennyiség, mely az élet fentartására szükséges.

Szárnyasokon az ilyen vizsgálatok egyszerűbbek, mint emlős állatokon, mert csak egy ürülekét kell megvizsgálni, a mennyiben a madarak a bélsarat és vizeletet összekeverve ürítik. Kísérleteim berendezése következő volt: Az állatot (kacsa, liba, tyúk, pulyka) olyan szekrénybe teszszük, melyben csak igen korlátolt mozgásokat végezhet (olyan, mint a bizlaló-ketreczek) és a mely olyan berendezésű, hogy az ürülekét egészen pontosan lehet gyűjteni. (Néhány kísérletben az ürülek gyűjtésére, még külön, a testhez pontosan illő kautsuk-zacskókat kötöttünk az állatra.) A táplálék napi adagját pontosan lemértük. Miután az állat 4—5 napon a kísérleti táplálékot már ette, kevés liszttel péppé gyúrt szénport kapott. A rákövetkező 10 napon át ürített ürülekét quantitative gyűjtöttük. A 11. napon az állat újra szénport kapott. Ilyen módon a szénporral pontosan elhatároltuk a 10 napi ürülekét. A kísérlet tartama alatt a naponkint ürített ürülekét 60°-nál szárítottuk; miután az utolsó (10) ürülek a szárítás után még két napig szobahőmérsékleten állott, mind a 10 ürülekét alaposan összekevertük és finom

porrá őröltük. Ezen «légszáraz» megőrölt ürülék képezte az analýsisek és calorimetriás mérések tárgyát.

A táplálék — az alább közölt kísérletekben czirokmag — és a szárított ürülék energiatartalmát a BERTHELOT-MAHLER-féle bombával határoztuk meg. Előírás szerint úgy a finomra őrölt czirokmagból, valamint az ürüleből körülbelül 1 gr. súlyú pastillákat préseltünk, melyeket azután 26 atmosphaera nyomású oxygenben égettünk el a bombában. A calorimetriás eljárás részletezését szükségtelennek tartom, miután azt STOHRMANN és KELLNER amúgy is részletesen közölték.

Ezen calorimetriás mérések az állat által a táplálékban elfogyasztott energiamennyiséget és az ürülekben kiürített, tehát a szervezet anyagforgalmában fel nem használt energiamennyiséget közvetlenül adják. Ennek megfelelőleg a táplálék és ürülék energiatartalma közötti különbség azon energiamennyiség, mely az életműködések teljesítésére felhasználtatott. Ez természetesen csak akkor áll, ha az állat a táplálékával elegendő energiát kapott s nem kényszerült arra, hogy testének saját állományát is részben felhasználja.

Kísérleteim közül egyelőre csak hármat közlök, miután jelen közleményemnek csak az a célja, hogy röviden ismertessem az alkalmazott calorimetriás vizsgálat által elérhető eredményeket.

Ezen kísérletek a következők:

Mind a három kísérletben az állatok (2 kacsza s 1 lúd) tápláléka czirokmag volt. E czirokmag összetétele következő volt:

száraz anyag	87.10 %
szerves anyag	84.21 %
hamu	2.89 %
nyers protein ( $N \times 6.25$ )	10.48 %
(tisztá protein	10.21 %)
nyers zsír	4.43 %
nyers rost (cellulose)	3.68 %
N-mentes vonat-anyag	65.62 %
(keményítő	54.69 %)
(pentosan	6.18 %)
(N-tartalom	1.677 %)



E czirokmag száraz anyagának 1 gr.-ja elégetéskor

4642·0 cal \* meleget ad.

Úgy mint a takarmányban, a bélsárban is meghatároztuk a száraz anyagot, hamut, nyers zsírt, nyers rostot, keményítőt, pentosant és a *N*-t. Miután az anyagforgalmat e közleményemben nem szándékozom megbeszélni, csakis a calorimetriás vizsgálatok eredményeit közlöm. Megjegyzem még, hogy az alább közölt értékek mind két jól megegyező meghatározás középértékei.

*I. kísérlet (1. kacsu).*

1899 aug. 17. — 1899 aug. 26.

Testsúly aug. 17-én: 1350 gr.; aug. 26-án: 1315 gr.

Középtestsúly a kísérlet alatt: 1315 gr. (10 mérés értéke.)

A kísérlet alatt az állat fogyasztott: 2300 gr. czirokmagot.

A kísérlet alatt az állat ürített: 1089·78 gr. ürüléket.

A) *Bevétel:* *a czirokmag tartalmazott:*  
 2000·3 gr. száraz anyagot  
 38·60 gr. *N*-t  
 9298·9 Cal energiát

B) *Kiadás:* *az ürülékben volt:*  
 972·1 gr. száraz anyag  
 39·86 gr. *N*  
 4524·0 Cal energia

Az ürülék *N*- és energiatartalmára nézve a következőt kell megjegyeznem:

A légszáraz bélsárban tényleg csak 39·04 gr. *N*-t találtunk; a szárításnál, mint azt közvetlen vizsgálatok mutatták, 0·82 gr. *N* elveszett az ürülék húgyanyának bomlása folytán, mely a szárításnál mindig bekövetkezik. Meggyőződünk arról, hogy czirokmag etetése után a friss ürülék *N*-jéből a szárításnál (60° C.) a *N*-nek 2·057 %-a elvész. A légszáraz bélsár *N*-tartalmát tehát ezen értékkel mindig javítani kell. A húgyanyának ezen bomlása következté-

---

\* cal = kis caloria; Cal = nagy caloria = 1000 kis caloria.

ben a szárításnál az ürülék energiatartalma is csökken, még pedig a megbomlott húgyany energiájának értékével. Ezt könnyen kiszámíthatjuk, miután a húgyany égési melege ismeretes. BERTHELOT és STOHMANN mérései szerint 60 gr. húgyany égési melege 151·85 Cal, tehát a húgyanyban 1 gr. N-re 5423 cal esik. Miután a bélsár szárításánál a N-veszteség majdnem kizárólag csak a húgyanybomlásra vezethető vissza, az elveszett N minden 1 grammjának megfelelőleg a talált égési meleghez még 5423 cal-t kell hozzáadni. Ezen kísérletben a légszáraz bélsárban tényleg találtunk 4519·5 Cal-t; a szárításnál elveszett 0·82 gr. N, ennek megfelel  $0·82 \times 5423 = 4446·9 \text{ cal} = 4·4469 \text{ Cal}$ , lekerekítve 4·5 Cal. Hozzáadva ezt 4519·5-hez, kapjuk az ürülék valódi energiatartalmát: 4524·0 Cal.

Ilyen módon javítottuk a II. és III. kísérletben is az ürülék N- és energiatartalmának talált értékét. Ezen javítás különben, a mint a fenti példa mutatja, oly csekély, hogy el is hanyagolhattuk volna.

Ezek szerint az energiaforgalom a következő volt:

$$\begin{aligned} \text{be vétel: } & 9298·9 \text{ Cal} \\ \text{kiadás: } & 4524·0 \text{ Cal} \\ \text{fogyasztás: } & 4774·9 \text{ Cal} \end{aligned}$$

Az energiafogyasztás ezen értéke azonban még nem egészen helyes. Az állat ugyanis a 10 nap alatt

$$\begin{aligned} & \text{kiadott } 39·86 \text{ gr. N-t} \\ \text{bevett } & 38·60 \text{ gr. N-t, tehát} \\ & 1·26 \text{ gr. N-t} \end{aligned}$$

veszített testének saját állományából, még pedig húsból. Ha PFLÜGER-rel a hús N-tartalmát 3·2 %-nak vesszük, akkor 1·26 gr. N-nek megfelel 39·3 gr. hús. Ezt a húsmennyiséget az állat elhasználta anyagforgalmában, tehát az ennek a húsnak megfelelő energiamennyiséget is elhasználta. PFLÜGER szerint zsirmentes húsban 1 gr. N-nek 2676 Cal energia felel meg. 126 gr. N-nek tehát  $33·72 \text{ Cal}$  felel meg. Ezek szerint az állat a 4774·9 Cal-n kívül még 33·72 Cal-t fogyasztott, a tényleges energiafogyasztás tehát 4808·6 Cal lenne.

Lehetséges volna még, hogy az állat húsán kívül még zsírából is fogyasztott, a mit biztosan csakis a teljes anyagforgalom — gázcsere — meghatározásával állapíthatnánk meg. Jelentékeny azonban ezen esetleges zsírfogyasztás nem lehetett, mert az állat a kísérlet előtt sovány volt, a kísérlet alatt 45 grammal fogyott, a miből 39·3 gr. húsvesztésre esik. Még ha fel is vesszük, hogy a megmaradt 5·7 gr. tényleg zsírra esik, ez az energiafogyasztás értékét csak  $\frac{1}{100}$  részével változtatná meg. Nem követünk el tehát nagy hibát, ha ezt nem vesszük számításba. (Ha tehát a kiszámított energiafogyasztást ily módon megközelítőleg el is fogadhatjuk, mégis meg kell jegyeznünk, hogy teljesen pontos kifogástalan értéket csak akkor nyerhetünk az energiaforgalomról, ha egyidejűleg a N- és C-forgalmat is meghatározzuk, mert csak ennek ismerete alapján dönthetjük el, hogy igénybe vette-e vagy nem az állat testének energiakészletét is.)

Az 1315 gr. (középtestsúly) súlyú kacsza ezek szerint életének fentartására czirokmaggal való táplálás mellett 10 nap alatt 4808·6 Cal energiát fogyasztott. Naponként tehát 480·86 Cal energiára volt szüksége, vagyis *1 kgr. testsúlyra óránként 12·2 Cal-ra.*

## II. kísérlet (2. kacsza).

1899 aug. 17. — 1899 aug. 26.

Testsúly aug. 17-én: 1150 gr.; aug. 26-án 1125 gr.

Középtestsúly a kísérlet közben: 1167 gr. (10 mérésből.)

A kísérlet alatt az állat fogyasztott: 2300 gr. czirokmagot.

A kísérlet alatt az állat ürített 1216 gr. ürülékét.

A) Berétel: a czirokmag tartalmazott:

2000·3 gr. száraz anyagot

38·6 gr. N-t

9298·9 Cal energiát

B) Kiadás: az ürülékben volt:

1078·1 gr. száraz anyag

37·98 gr. N

5078·7 Cal energia

*Energiaforgalom :*

bevétel: 9298·9 Cal
kiadás: 5078·7 Cal
<u>energiafogyasztás: 4220·2 Cal</u>

A *N*-forgalom volt:

bevétel: 38·6 gr. <i>N</i>
kiadás: 37·98 gr. <i>N</i> , tehát
<u>0·62 gr. <i>N</i></u>

az állat testében maradt hús alakjában, ezen húsnak megfelelő energiát tehát tényleg még nem fogyasztotta el az állat, ezt ennél fogva az energiafogyasztásból le kell vonni. 0·62 gr. *N*-nek megfelel \* 19·4 gr. hús = 16·6 Cal. Levonva ezt 4220·2-ből a 10 napi energiafogyasztás 4203·6 Cal.

Az esetleges zsírfogyás vagy gyarapodás, a mint azt az állat súlyváltozása igen valószínűvé teszi, oly csekély ezen kísérletben is, hogy azt itt is elhanyagolhatjuk.

1167 gr. (közép) súlyú kacsza életének fentartására 10 nap alatt 4203·6 Cal energiát fogyasztott, napi szükséglete tehát 420·4 Cal, vagyis *kilogrammonként és óránként 15·0 Cal.*

Ezen érték teljesen megegyezik az I. kísérletben nyert értékkel. Mindkét állat teljesen egyformán lett etetve (tömve) ugyanannyi czirokmaggal.

*III. kísérlet (lúd).*

1899 szept. 21. — 1899 szept. 30.

Testsúly szept. 21-én: 3069 gr.; szept. 30-án: 3088 gr.

Középtestsúly: 3082 gr.

A kísérlet alatt a lúd fogyasztott: 2378 gr. czirokmagot.

A kísérlet alatt a lúd ürített: 784 gr. ürüléket:

A) *Bevétel:*

*a czirokmagban volt:*

2071·2 gr. száraz anyag

39·87 gr. *N*

9614·8 Cal energia

---

\* L. az I. kísérletet.

B) *Kiadás:* *az ürülékben volt:*  
 695·1 gr. száraz anyag  
 39·64 gr. N  
 3331·3 Cal energia

*Energiaforgalom:*  
 bevétel: 9614·8 Cal  
 kiadás: 3331·3 Cal  
 energiafogyasztás: 6283·5 Cal

A N-forgalom volt:

bevétel: 39·88 gr. N  
 kiadás: 39·64 gr. N tehát  
 az állat testében 0·24 gr. N

maradt hús alakjában. Ezen húsnak (7·5 gr.) megfelelő energiát, 6·4 Cal-t tehát az állat tényleg még nem fogyasztotta el, ez tehát az energiafogyasztás értékéből, 6283·5-ből levonandó, midőn 6277·1 Cal marad. Ha ezen kísérletnél az ismeretlen, de semmi esetre sem jelentékeny zsirforgalmat, úgy mint az I. és II. kísérletben figyelmen kívül hagyjuk, az állat életének fentartására 10 nap alatt 6277·1 Cal energiát fogyasztott, naponként tehát 627·7 Cal-ra, *kilogrammonként és óránként 8·5 Cal-ra* volt szüksége.

Kísérleteimből kitűnik, hogy a kacsá és lúd energiaszükséglete a testsúly egységére számítva jóval nagyobb, mint a nagy emlős állatoké, de egyszersmind nagyobb, mint a velük körülbelül egyenlő súlyú emlős állatoké. Ez különben részben már ismeretes is volt. Az általam talált értékek azonban nagyobbak, mint az eddig észleltek; így DESPLATS szerint a kacsá óránként és kilogrammonként 6·0 Cal energiát fogyaszt. Nem szándékom kísérleteim eredményeinek részletes megvitatásába bocsátkozni, fentartom ezt azon alkalomra, midőn kísérleteim teljesen be lesznek fejezve. Itt csak annyit jegyzek meg meg, hogy a kacsáknál talált feltűnő magas érték 15 Cal, mely a lúd energiaszükségletéhez képest is aránytalanul nagy, talán abban leli magyarázatát, hogy a kacsákat aránylag igen nagymennyiségű oly táplálékkal tömtük, melyet csak igen rosszul emésztettek meg. Ezen nagymennyiségű,

nehezen emészthető, nagyrészt emészthetlen táplálék feldolgozása pedig csak nagy munkával, tehát sok energiafogyasztással volt lehetséges. A lúd ugyanabból a táplálékból, testének nagyságához viszonyítva, aránylag jóval kevesebbet kapott (magától evett, nem lett tömve) és azt jobban meg is emésztette, aránylag kevesebb munkával, tehát kevesebb energiafogyasztással.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 január 22.-én tartott üléséből.)

## A MAGYAR HANGSOR AKUSZTIKAI VILÁGÍTÁSBAN.

MOLNÁR GÉZÁ-tól.

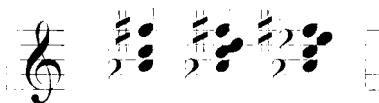
A zenetudomány, nevezetesen az összhangzattan és a hangszerezéstan, egyre kényelmetlenebbnek találja azt a helyzetet, amelybe az akusztika kutatásaira támaszkodó új elméletek juttatták. A zenetheoretikus, a ki a modern harmoniai elméleteket az akusztikának köszöni, ma bizonyos gyűlölséggel tekint a fizikusra, a ki — úgy mondják — rideggé tette a zenét, megakasztotta szabad, önálló és változatos mozgásában és elnyomta a zenében a széptani exigenciákat. Az akusztikusnak viszont azt kell tapasztalnia, hogy a zeneelmélet csak egy darabig követte, azután féluton cserben hagyta. Egy bizonyos ponton túl a zeneelmélet egyenesen negációja a hangtannak. És halljuk a panaszt, hogy a zene a mai elméletek mellett megmerevül, hogy a görögök az ő 21-fokú hangrendszerükkel, az arabsok és perzsák az ő 17-fokú temperaturájukkal, az indusok a 22 részre osztott oktávával sokkalta boldogabbak voltak, mint mi. Különösen a zongorának, ennek az átlagos értékekre utalt kompromisszumos hangszernek, a túltengése ártott a tiszta intonációnak. Nos, a klasszikus ókor hangrendszere, mely bizonyos számú hangot kétségkívül pontos értékében adott vissza, a mai «megalkudott» 12-fokú systemával szemben mégis igen szegényes volt. Az a régi hangrendszer megfelelt a szükségleteknek mindaddig, a míg a gyakorlati zene nélkülözte a mai kromatikát és gazdag modulációt, és megfelelt még a középkorban is az ellenpontos zene kibontakozása előtt. De egyébként még a görögök sem egyeztek meg maguk közt teljesen az ő diatonikus skálájuk hangértékeire nézve. Mert míg Pythagoras hívei a hangviszonyt

quotiensekkel fejezték ki, Aristoxenos követői a hangviszonyt differenciák szerint állapították meg. Aristoxenos talán már sejtette, hogy a terciz meghatározása mint  $81/84$  és a félhangé, mint  $256/243$  hamis. Látnivaló tehát, hogy a régiek hangrendszere először is összefügg azzal a korrall, amelyben létrejött, másodsor pedig nem éri el az exaktságot. A laudator temporumnál helyesebb úton jár egy weimari zenetudós, SEIDL ARTUR, aki a zene fejlődését úgy képzei el, hogy a mai kromatikus harmonia szerves összefüggésbe fog jutni a régiek (görögök) és a különböző nemzetiségek változatos hangsoraival, illetőleg az e hangsorokra épülő gazdag dallamokkal. Ha ez meglesz, ez a fejlődés egyúttal meg fogja érlelni az akusztikus és a zenész által egyformán óhajtott új «negyedhangok»-nak, egy új és talán kevésbé enervált és kevésbé szintelen temperaturának, a keletkezését. Ámde a modern «nyugati» zene éppen a különböző nemzetek sajátos hangsorait veti el, hivatkozva az összhangzattan és akusztika fölfedezéseire. A magyar hangsor — egy a sok közül — szintén mint önkényes, barbár skála szerepel ma a zenetudományban (a mennyiben egy-két futó szóval egyáltalán említést tesznek róla), mondom, szerepel mint egy hangsor, amelynek sem fizikai, sem zenelogikai, sőt még pszichológiai alapja sincsen. Tudomásom szerint még senki sem foglalkozott e tétel megczáfolásával, sőt nem foglalkoztak, mint említettem, magával a magyar skálával sem. Hazai és külföldi zeneírók följegyeztek róla öt-hat sort, tüzetesen egyikök sem vizsgálta. Célunk kimutatni, hogy a magyar hangsor az akusztikai alaptól semmivel sem távozik el jobban, mint a többi moll-skála és hogy a zenei lélektan és széptan törvényszerűségét megtaláljuk benne. Káldy Lavotta nyomán így jegyzi ezt a skálát: *a, b, cis, d, e, f, gis, a*. Én ezt a notációit használom: *c, d, es, fis, g, as, h, c*.



A két bővített másod adja meg a magyar zenének azt a sajátos hangulatot, amely belőle árad. A skáláját jellemzi a bővített sextakkord:





Tekintettel arra, hogy a magyar hangsorra felépíthetjük a sajátyszerű tercquartsext-akkordot, a melyet az angol zenetudomány *French sixth* néven ismer (*as, c, d, fis*), látnivaló, hogy a magyar skálában megnyilvánuló lelki folyamat nem áll elszigetelten. Tudjuk továbbá, hogy a magyar hangsorban szereplő intervallumok nem ritkán szerepelnek a zeneirodalom remekeiben (BACH «Máté passziójá»-ban, WAGNER «Walkür»-jében és «Mesterdalnokai»-ban), a nagy zenedramatikuskok tehát érezték, hogy ez intervallumokkal — illő helyen — erő- és lendületteljes hangok szólnak meg. RIEMANN, a lipcsei egyetem tanára, a magyar hangsorban egy *molldurt* lát (a mely fogalom különben HAUPTMANNTól ered) és logikai jelentőségét kétségbe vonja. Tény az, hogy a ma használatos moll-hangsorral szemben a magyar skálában mutatkozó *fis* (*f* helyett) és *h* (*b* helyett) idegenszerű. De voltakép miben látja a mai elmélet az elvi következetességet a skálában? Látja abban, hogy a hangsort bizonyos akkordokból, nevezetesen a primre (tonikára), quintre (dominansra) és quartra (aldominansra) épített hármas hangzatokból szerkeszti meg és hogy e hangzatokat viszont a hangrokonság szabályai szerint, tehát a parciál hangokból, képezi. Pl. a tiszta dur-skála a következő három akkordból alakul:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & \text{tonika} & & & & \\
 f & a & c & e & g & h & d \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & & & \\
 \text{aldomi-} & & & & \text{felső do-} & & \\
 \text{náns} & & & & \text{minans} & & 
 \end{array}$$

Tudjuk, hogy ezekben az akkordokban a terc a főhang 5. és a quint a főhang 3. részhangja. Ámde az elmélet, a mely a magyar és a többi «barbár» hangsorban bizonyos elvszegénységet lát, az akusztika észleleteit a hangrokonságról egyáltalán nem viszi keresztül. Tudjuk, hogy a 7., 11., 13. stb. felső parciál hangok akusztikailag mélyebbek, mint a nevők alatt a mai hangrendszerben előforduló értékek. A zeneelmélet ezt azzal a pusztá kijelentéssel igyekszik elűzni, hogy ezek a hangok nem oszthatók be a mai hangrendszerbe, bár mindenki elismeri, hogy pl. az orgona

mixturáiban igen jól helyet foglalhatnak. RIEMANN elhagyja a szigorú tudományos alapot, a mikor ezeknek a kényelmetlen részhangoknak elnyomását a felső parciál hangok között veszélytelennek tartja, azt mondván, hogy e hangok nem mennek veszendőbe, mert felcserélhetők más hangokkal, a melyek az alsó parciál hangok között találhatók. RIEMANN ugyanis ragaszkodik az alsó részhangok létezéséhez. Ámde a 7. felső részhang magassága nem egyezik pontosan a 9. alsó részhangéval, a melylyel RIEMANN helyettesíthetőnek véli, sem a 11. felső részhang a 3. alsó részhanggal és a 13. felső részhang az 5. alsó részhanggal. Bizonyos az, hogy a mai zeneelmélet az oszthatlan rendszámú parciál hangokkal nem tud mit csinálni és akkordokat velők nem képez. Pedig HELMHOLTZ rámutatott arra, hogy a természetes szeptima, a 4. és 7. részhang közti intervallum jobban hangzik a kis sextnél, mely a zeneelméletben mint konsonans akkord szerepel. Hogy a természetes szeptima mégis dissonansnak tetszik, onnan ered, hogy más konsonans hangközökkel egybekötve mindenkor rosszabb viszonyt ad, mint a milyent maga maga pusztán föllép — képvisel, és azonképen a megfordítása, a másod, is dissonans. Világos tehát az, hogy a mai hangrendszer nem olyan észszerű, a minőnek vallja magát, mert megállott a terc- és quint-rokonságnál, és nem emelkedett föl a szeptim-rokonság elismeréséig. Ezt az utóbbi rokonságot tehát nem fogadja el, miután a hetedik parciál hang nem azonos sem a negyedik részhangtól quintléptekkel elért szeptimával, sem a negyedik részhang quintjének kis terczével.

Ha már a dur-hangsorban inog a zeneelmélet következetessége, a moll-lépcsőben — a melyre a magyar skála is épül — az akusztikai jelenségektől, még azoktól is, a melyeket elfogadni látszott, teljesen eltávozik. A kik Zarlino (1558) és Tartini (1754) elméletei vagy helyesebben elméltedése nyomán a moll-összhangot ép oly természetes tüneménynek tekintik, mint a dur-harmoniát, ennek daczára sem képezik a moll-hangsort a maguk kulcsa szerint. HELMHOLTZ az alsó parciál hangokról, a melyekre a moll-hangsort visszavezetik, nagyon óvatosan nyilatkozott,\* bár megemlít

---

\* «Lehre von den Tonempfindungen.» A XI. melléklet végén.

egy törvényt, mely szerint esetleg a membrana basilaris-nak az alhangok által előidézett izgulása intenzitásban csökken. Szerinte az izgulás erejének a viszonylagos rezgési számok négyzete arányában kellene fogynia, ilyen módon:

$$F_1 \quad As_1 \quad C \quad F \quad c \quad c'$$

$$\frac{1}{36} \quad \frac{1}{25} \quad \frac{1}{16} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{1}{4} \quad 1$$

Ámde HELMHOLTZ a subjektív alsó részhangok létezésében kételkedett. «A fül ilyen hangokról, úgymond, mit sem tud.» Ezt úgy magyarázza meg, hogy a membrana basilaris mellékalakulatai következtében csomóvonalas hangok képződése nagyon meg van nehezítve. Azt a körülményt azonban, hogy az alsó részhangokat nem halljuk, nem szükséges — mint HELMHOLTZ gondolta — amaz «Anhangsgebilde»-k tompító hatásának tulajdonítanunk. Megmagyarázható ez másként is. Ha ugyanis a főhangok hullámbőssége (amplitudo) nő, az alhangoké is arányosan vele nő, ha amaz kisebb lesz, ez is csökken, nincs eszköz arra, hogy a főhangot vagy egy bizonyos alsó részhangot külön erősítsünk, s ennél fogva nem tudjuk abból a hangképzetből, a melyet nyerünk, az alhangoknak megfelelő részleges képzetet kiválasztani. RIEMANN, a ki az alhangok felhasználásában a legmesszebbre ment, azoknak reális existenciáját vitatja és határozott alakban kijelenti, hogy a membrana-nak egy bizonyos hang alhangjaival korrespondáló számai parciálisan együttrezegnek. Egy dolgozatában \* még tovább megy és bizonyosra veszi, hogy az alhangok a hanghullámban objektíve léteznek. De ismét csak föltevésekkel áll elő, majd később a «Musikalische Syntaxis» előszavában utal arra a fölfedezésére, hogy szabad hurok, a melyek egy megütött hang alhangjainak megfelelnek, nemcsak parciális, hanem totalis rezgéseket is végeznek, a mi által az alsó részhangok hallhatókká válnak. HELMHOLTZ erre felelt a «Lehre von den Tonempfindungen» negyedik kiadásában (1877, Lipcse). Ő, úgymond, a felhozott tény helyességéről nem tudott meggyőződést szerezni; talán az tévesztette meg RIEMANNt, hogy erősen rezonáló, nevezetesen öregebb hangszereknél, minden erősebb rázkódás — tehát egy erősebb billentyű-

\* Die objektive Existenz der Untertöne in der Schallwelle», Cassel 1875.

verés is — függetlenül a hang magasságától egy vagy több mélyebb hurt is meg tud szólaltatni. Tény az, hogy nem egy bizonyos hurtnak megfelelő hang felső hangjának kell annak lennie, a mely azt a hurt (ha nincs rajta tompító) meg tudja csendíteni. Erről bárki a zongorán meggyőződhetik. A moll-hangsor akusztikai szükség-szerűsége tehát hypothetikus. HELMHOLTZ a mollban nem lát egyebet egy megzavart összhangnál («eine getrübtte Consonanz»). Nekem is ez a nézetem, a mi nem zárja ki természetesen azt, hogy a moll-hangsort szigorúan moll-értelemben szeretném konstruáltatni. Föl-téve, hogy a moll-skálát is a természettől kapnók, lássuk, vajjon a zeneelmélet e természetes moll-sor szerint konstruálja-e a skálát? Korántsem. A ma használatban lévő moll nem a tiszta moll ( $d \ f \ a \ c \ e \ g \ h$ ), hanem egy mixtum compositum, az úgynevezett dur-moll vagy harmonikus moll ( $d, f, a, c, e, \underline{gis}, h$ ), a melynél a dominans-akkord durhangzat, és a dallamos moll ( $d, \underline{fis}, a, c, e, \underline{gis}, h$ ), a melynél úgy a dominans-, mint az aldominans-akkord dur-akkord. Ha ez nem sérti a zenetheoretikusok érzékét, miért sérti a magyar hangsor, a melynek tonalitási következetessége erősebb! A magyar hangsorban szabályos a tonikai hangzat  $c, es, g$ , de szabálytalan a dominans-akkord  $g, h, d$ , és az aldominans-akkord  $\underline{fis}, as, c$ . Az előbbinek mint tiszta moll-hangzatnak így kellene hangzania:  $g, b, d$ , a másiknak így:  $f, as, c$ . Való igaz. Ha ez így volna, a magyar skála volna a legtisztább moll, olyan, a milyen a régi görögök dór-skálája és az egyház phrig skálája óta nem volt. Mai szerkezetében a magyar hangsor legközelebb áll az ú. n. harmonikus mollhoz: vagyis egy moll-skála, a melynek dominans akkordját durértelemben fogjuk föl. A harmonikus mollt csak a XIX. század állította oda úgy, mint a moll-melodika igazi típusát. Mint harmonikus moll-skálának így kellene szólnia a magyar hangsornak:  $c, d, es, f, g, as, h, c$ . Ámde a hangsorunk aldominansa nem  $f$ , hanem  $\underline{fis}$ . Ez a  $\underline{fis}$  azonban nem észszerűtlen. Ha ugyanis a dominans-akkordot dur-értelemben jegyezzük, a  $\underline{fis}$ -t, mint látni fogjuk, szükségképp maga után vonja a konsonanciák logikája. A modern zenetheoretikus konsonansnak mond két olyan hangot, a melyek ugyanegy akkordhoz tartoznak, és a melyeket ez akkord értelmében fogunk föl. Pl. a  $c : g$  konsonans a  $c$ -dur-akkord értelmében,

mert a *g* a 3. részhangja a *c*-nek; ellenben ugyanez a két hang a *g*-dur-akkord szempontjából dissonans, mert a *c* a *g*-nek sem tercze, sem quintje. És mint a hogy ez elmélet szerint minden hang azáltal nyer bizonyos magasabb, logikaibb értelmet, hogy részhangja egy akkordnak, szintazonképen az akkordok is azáltal kapnak bizonyos pszichologiai mélységet, hogy közöttük bizonyos természetes viszony áll fenn, nevezetesen valamennyi akkord visszakivánczik az alap- vagy tonikai akkordhoz, a melyből azok kiindultak. Egy *c*-durban irt zeneműben a *c*-dur-akkordnak a fülre egészen más hatása lesz, mint ugyanennek az akkordnak *f*-durban, *g*-durban vagy *f*-mollban. Amott a *c*-dur-akkord, mint tonikai akkord, a harmonia központjában áll, bizonyos kielégítő érzést kelt, és minden más akkordot csak a vele való összefüggésnél fogva és a hozzá való közelség mértéke szerint értünk meg. A magyar hangsorban a *c*-moll-akkord a tonikai hangzat. Vizsgáljuk meg, milyen viszonyban áll ezzel az akkorddal a magyar hangsorra nézve jellemző bővített negyed (*fis*) és a heted (*h*). Ez utóbbit épen a mai terc- és quintrokonságra alapított elmélet szerint könnyebben fel tudjuk fogni, mint ha a helyében ott volna a *b*, úgy a mint ezt a tiszta moll megkívánná. A *b*-t ugyanis, még ha oly mélyen intonálnák is, hogy a 7. felső részhangnak megfelelné, a terc- és quintrokonság szerint nem tudnók másként fölfogni, mint a *c* második alsó quintjét; ehhez azonban szükség volna az első alsó quintnek vagyis az *f*-nek a közvetítésére, ez utóbbi pedig a magyar hangsorban nem szerepel. Ellenben a *h*-t ma úgy fogjuk föl, mint az alaphang quintjének tercztét. A *fisz*-t kétféleképp lehetne fölfogni, először is mint a dominans (*g*) quintjének (*d*) tercztét, másodsor — a mi akusztikailag helyesebb — föl lehet fogni mint a *b* második felső tercztét. Azért mondjuk, hogy ez utóbbi képzés akusztikailag helyesebb, mert az alaphangnak (*c*) 11. felső részhangja, a *fisz* (egy hang, a mely a mai temperált hangrendszer szerint az *f* és *fisz* között fekszik) csak valamivel mélyebb, mint a *b*-től két terczlépéssel képezett *fisz*, tehát ez utóbbi a fizikai tünetek szerint való *fisz*-hez közelébb áll, mint az előbb említett módon képezett *fisz*. Csakhogy a *h*, a melyből az akusztikailag tisztább *fisz*-t levezetnők, nem szerepel a magyar hangsorban. Nem marad tehát más hátra, mint a *fisz*-t úgy értelmezni, hogy ez a dominans quintjének tercze; mint ilyent persze kissé nehéz fölfogni. A belső

nexusnak azonban, mint láttuk, nincs híján a magyar hangsor. Öreg hiba természetesen, hogy a mai zeneelmélet az akusztika tanaival ellentétben, mint már mondtuk, megállott a terc- és quint-rokonságnál, elvetvén a magyar hangsorra nézve oly fontos szeptima-rokonságot. Teljesen hypothetikus állítás az, ha például TIERSCH OTTÓ azt mondja,\* hogy az emberi szellem csak három intervallumnak, az oktávának, quintnek és nagy terznek, felhasználásával jut el mindannak a felismeréséhez, a mely a zenében a hangmagasság különbözőségén alapul. De miért kelljen mindent oktáv-, quint- és terc-léptekkel levezetni? A hangközök e theoretikus levezetése hallószervünk működésével semmi összefüggésben sincsen. Vajjon miért ne lehessen pl. a kis tercet, *c-es-t* ép úgy levezetni a *c*-ből, mint a hogy a nagy tercet, a *c-e-t* levezetik; és miért, hogy a mai «rationalis» rendszer ezt a kis tercet nem tudja másként fölfogni, mint úgy, hogy a *c*-ből kiindulva először egy quintlépéssel eljut a *g*-hez, azután a quintből egy alsó nagy terc-lépést tesz az *es*-hez? Idővel el kell majd ismerni a szeptim-rokonságot is és nem lehet majd ignorálni a hetedik parciál hanggal képezett többi hangköz sem: a szűkített quintet (5 : 7), a kis tercet (6 : 7) és a nagy másodot (7 : 8). A nyolczadik parciál hangon túl az intervallumok már annyira szűkülnek, hogy eltekintve a csekélyebb intenzivitástól, már a hullámzások (Schwebungen) miatt is bizonyos rokon együvértartozás nem fejlődhetik ki. Ha a terc- és quint-rokonság mellett a szeptim-rokonságot is elismernék, a magyar skálában helyre lehetne állítani a dominans-moll-akkordot, mert akkor a *b*-t ott egyszerűbben foghatnók fel, mint a *h*-t, és a *fis*-t is a *b*-ből, a mint ezt kifejtettük, egyszerűbben képezhetnők. Az aldominans-akkordban megmaradna a magyar skálára nézve jellemző szűkítés, és lényeges erre a hangsorra nézve, mint mondtuk, csak a bővített sext-akkord. A magyar hangsorra nézve egy olyan 17-fokú temperatura, a milyen a Zarlinoé volt (Istituzioni harmoniche), jobb volt a mai hangrendszerénél, mert a következő fontos quinteket: *es : b*; *c : g*; *g : d* akusztikailag tisztán adta, és tiszták voltak ezek a tercek is:

---

\* «Elementarbuch der musikalischen Harmonie- und Modulationslehre», Berlin 1874.

*es : g ; b : d ; d : fis*, ellenben majdnem két kommával (0.35614) volt a kelleténél nagyobb ez a quart : *fis : b*. A *c*-moll és *g*-moll-akkordok e hangolás mellett föltétlenül tiszta összhangokat adtak. Hogy egy a mainál tisztább temperaturát gyakorlatilag nem lehet keresztülvinni, téves hit. A matematikusok által ajánlott 53-fokú rendszert — hangolás szempontjából — épenséggel könnyű megvalósítani, miután csak nyolcz quintet kell óvatosan temperálni, valamennyi többi hangot egyszerűen mint tiszta terczetek és oktávákat be kell hangolni. A nehézség csak a játéktechnikában volna meg. De Dr. TANAKA SHOHÉNAK, egy japán zenetudósNAK, harmoniuma e tekintetben is végtelenül elmés. Jobb a HELMHOLTZ 32 és az ENGEL 36-tagú harmoniumánál. Dr. TANAKA az 53-fokú apparátust nem a klaviatúrára, hanem a szelládákba helyezi és transzponáló mechanizmussal dolgozik. Ilyen módon 17 tiszta dur- és ugyanannyi tiszta moll-akkordot kapott. Az ő hangrendszerében többek közt a *b*-t oly tisztán hozhatni ki, hogy nem hangzik oly dissonansnak, mint a mai zongorán, ha a magyar hangsorban a dominans-akkordot mollban játszszuk. Mert a *b*-billentyűnek nála két része van: *a*is és *b*. Az előbbi a *d* második tercze — a legtisztábban hangolva — és ezt egy térdemeltyű segítségével enharmoniaailag meg lehet cserélni egy másik *b*-vel, a mely a *d* alsó terczenek felel meg. Bizonyos az, hogy a zene egy új temperaturától új érdekes konsonantiákat és dissonanciákat várhat, bizonyos az, hogy akkor nemcsak akusztikailag lesz fejlettebb, de psychologiailag is jobban el fog mélyedni és bizonyos az, hogy akkor a különböző korszakok és nemzetek hangsorai értelmünkhöz és szívünkhöz közelebb fognak jutni, mint jutottak idáig.





A MAGYAR NEMZETI MÚZEUM  
TROIDES-GYŰJTEMÉNYE ÉS ERZSÉBET KIRÁLYNÉ  
PILLANGÓJA.

HORVÁTH GÉZA r. és MOCSÁRY SÁNDOR l. tagtól.

Az állatvilág, mint tudjuk, a forró földövön éri el legnagyobb gazdagságát és változatosságát. A tropikus nap pazar bőséggel ontja melegét és fényét, a minek hatása alatt a forró földövi állatok, első sorban a madarak és lepkék, gyakran igazán bámulatos színekkel és rajzokkal ékeskednek.

A nappali pillangók, melyeknek már a mi klimánk alatt is elég czifra és élénk színeik vannak, a forró földövi tájakon fejtik ki legnagyobb színpompájukat.

A legszebb s egyszersmind legnagyobb nappali pillangók azok, melyek számára HÜBNER 1816-ban a *Troides*-, BOISDUVAL pedig húsz évvel később az *Ornithoptera*-nemet állította fel. Már LINNÉ, az állattani systematika megalapítója is elismerte rendkívüli szépségüket, midőn állattani rendszerében a Lepidoptera-k rendjének élére éppen egy ide tartozó fajt (*Papilio Priamus*) állított, e szavakat irván róla: «Papilionum omnium Princeps longe augustissimus, totus holosericeus, ut dubitem pulchrius quidquam a natura in insectis productum». (Systema Naturæ. Ed. XII. p. 745.)

E gyönyörű pillangók az ó-világ délkeleti tájain élnek és Kelet-Indiától a Salamon-szigetekig, Khina délkeleti tartományaitól Dél-Ausztráliáig vannak elterjedve. A legtöbb faj az Ázsia és Ausztrália között fekvő szigeteken fordul elő.

Nagy színpompájuk általában véve csak a hímeknél van kifejlődve, míg a nőstények kevésbbé feltűnő, egyszerű színekben szerénykednek.

A hímek szárnyainak alapszíne fekete. E fekete alapszín keretében hol csak az alsó szárnyakon, hol a felső szárnyakon is nagy aranyos zöld, aranyvörös vagy aransárga mezők tündökölnék. Egy fajváltozatnál (*Troides Priamus* var. *Urvillianus* GUÉR.) a szárnyak kobaltkékek, egy fajnál (*Troides Dohertyi* RIPP.) ellenben egészen feketék.

A nőtények általában jóval nagyobbak, mint a hímek; a legnagyobbak kiterjesztett szárnyakkal majdnem arasznyi szélesek, tehát valóságos lepke-óriások. Szárnyaik rendesen fénytelen feketék, fehér, szürkés vagy sárgás foltokkal többé-kevésbé tarkázva.

Könnyen belátható, hogy ily nagyfokú ivari dimorphismus mellett, a hol a hímek és nőtények színre és nagyságra nézve egymástól annyira eltérnek, a különböző alakoknak fajbeli összetartozandóságát sokszor csak nagy nehezen lehetett egész biztosan megállapítani.

A *Troides*-pillangók hernyói az eddigi tapasztalatok szerint különféle *Aristolochia*-fajokon élnek; többnyire bársonyfeketék s a mellett karmazsinpiros tüskékkel vannak borítva. Mintegy négy hét alatt eléri teljes nagyságukat és bábbá alakulnak, melyből aztán a pillangó átlag 30—40 nap múlva kél ki.

A pillangók rendesen sűrű őserdőkben vagy azok szélén tartózkodnak és lassan lebegő, inkább hintázó repüléssel szállonganak a fák koronái körül. De ha valamitől megriadnak, akkor nyilsebesen a magasba szöknek és csak nagy nehezen csillapodnak le.

Az egyes fajok földrajzi elterjedése rendesen csak kis területekre, például egyes szigetekre vagy szigetcsoportokra szorítkozik, mintegy bizonyosságnak annak, hogy az elszigetelés, az izolálás mennyire előmozdítja az önálló fajok keletkezését. Némely fajok nagyobb elterjedési körrel bírnak ugyan, de ezek aztán nagyfokú változékonyságot is mutatnak. Ilyen mindenekelőtt a *Troides Priamus* L., mely a Molukkáktól egész Dél-Ausztráliáig el van terjedve, s a melynek e miatt igen sok helyi változata és eltérése van.

W. ROTHSCHILD, ki a *Troides*-nemzetség monographiáját 1895-ben megírta (*Novitates Zoologicae*. II. p. 183—233), összesen

26 önálló fajt különböztetett meg. De minthogy azóta még 4 új fajt lett leírva, az összes ismert *Troides*-fajok száma jelenleg 30-at tesz ki.\*

A Magyar Nemzeti Múzeum lepke-gyűjteményében e 30 faj közül most már nem kevesebb, mint 25 faj van képviselve, úgy, hogy gyűjteményünk e tekintetben méltán a leggazdagabbak és legszebbek közé sorozható. A benne képviselt fajok, változatok és eltérések a következők:

- |                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Brookianus WALL.                 | 15. Haliphron BOISD.        |
| var. albescens ROTHSCH.             | ab. Bauermanni RÖB.         |
| 2. Trojanus STAUD.                  | var. Naias DOHERTY.         |
| 3. Paradiseus STAUD.                | 16. Staudingeri RÖB.        |
| 4. Tithonus DE HAAN.                | 17. Criton FELD.            |
| 5. Victoriæ GRAY.                   | 18. Oblongomaculatus GOEZE. |
| 6. Goliath OERTH.                   | var. papuensis WALL.        |
| 7. Elisabethæ-Reginæ HORV. et MOCs. | ab. Birói HORV. et MOCs.    |
| 8. Priamus L.                       | 19. Helena L.               |
| var. Euphorion GRAY.                | ab. Pluto FELD.             |
| var. Poseidon DOUBL.                | var. Cerberus FELD.         |
| ab. brunneus ROTHSCH.               | var. Hephæstus FELD.        |
| ab. Archideus GRAY.                 | 20. Aeacus FELD.            |
| var. Urvillianus GUÉR.              | 21. Rhadamanthus LUC.       |
| 9. Cæsus WALL.                      | 22. Dohertyi RIPP.          |
| 10. Lydius FELD.                    | 23. Mirandus BUTL.          |
| 11. Hypolitus CRAM.                 | 24. Andromache STAUD.       |
| 12. Darsius GRAY.                   | 25. Amphrysus CRAM.         |
| 13. Minos CRAM.                     | var. cuneifer OERTH.        |
| 14. Vandepolli SNELL.               | var. flavicollis DRUCK.     |
|                                     | ab. ruficollis BUTL.        |

A legbecsesebb ezek közül a *Troides Elisabethæ-Reginæ*, melyet BIRÓ LAJOS hazánkfa 1898-ban Új-Guineában fedezett fel, és melyét 1899-ben bold. Erzsébet királyné emlékére neveztünk el

---

\* A ROTHSCHILD-féle monographia megjelenése óta leírt új fajok a következők: *Supremus* RÖB., *Melpomona* RIPP., *Irregularis* DANN. és *Elisabethæ-Reginæ* HORV. et MOCs. Nem lehetetlen, sőt valószínű, hogy a legelső ezek közül nem egyéb, mint a *Troides Goliath* OERTH. hímje. Ezt az OERTHÜR-féle fajt, melynek eddig csak nősténye ismeretes, ROTHSCHILD tévesen csak a *Tr. Priamus* var. *Poseidon* DOUBL. egyik eltérésének tartotta.

és irtunk le. (Természetrajzi Füzetek. XXII. p. 114.) E faj a legdíszeesebb *Troides*ek közé tartozik, t. i. azok közé, melyeknek felső szárnyai a him-ivarnál aranyoszöld színben tündökölnek.\*

Rövid leírását a következőkben adhatjuk:

A *hím* felső szárnyai felül aranyos zöldek (igen rézsut nézve rézvörösek); keskeny előszélük, szélesebb oldalszegélyük s egy széles, tövüktől rézsut a csücsig húzódó szalag fekete; ugyancsak tövükből kiindulva az utószegély előtt egy felhőszerűen elmosódó fekete sáv terjeszkedik. Alsó szárnyai aransárgák, széles fekete szegélylyel; az aransárga mező aranyos zöld erezettel és három ugyanolyan színű kerek folttal van díszítve; ez utóbbi foltok a szárnyak alsó lapján feketék. Potroha aransárga. Szélessége kiterjesztett szárnyakkal 202 mm.

A *nőtény* felső szárnyai fénytelen feketék, világosszürke foltokkal tarkázva; alsó szárnyai tövükön és szélükön szintén fénytelen feketék, közepükön egy nagy sárgásszürke mezővel, melyben öt fekete folt foglal helyet. Potroha szennyessárga. Szélessége kiterjesztett szárnyakkal 238 mm.

BIRÓ LAJOS e gyönyörű lepkéből 1898 október 4.-én Új-Guineában Neua hegyi falunál, mely a Finschhafen tájékán mintegy 500 méternyi magasságban fekszik a tenger színe felett, egy himet és egy nőtényt fogott, még pedig párosodva. Fajbeli összetartozandóságuk tehát kétségtelen. A párosodás oly erőteljes volt, hogy BIRÓ csak órák mulva birta a feleket egymástól szétválasztani.\*\*

A Magyar Nemzeti Múzeum a *Troides Elisabethae-Reginae*

\* Hazafiás kegyeletünket véltük kifejezni akkor, midőn mint magyar zoologusok ezt a magyar buvártól felfedezett pompás pillangót Magyarország szeretett királynéjának emlékére neveztük el. Új-Guinea csodás faunájából különben is már több feltűnő állatfaj van fejedelmi személyek tiszteletére elnevezve. Ilyenek például a *Paradisornis Rudolphi Astrarchia Stephaniae*, *Trichoparadisea Guillelmi II.*, *Paradisea Augustae-Victoriae* stb. paradisommadarak.

\*\* BIRÓ LAJOSnak ez a pozitív megfigyelése kiváló fontossággal bír. Egy német lepkész. C. RIBBE, a kinek eddig a legtöbb alkalma volt a *Troides*-pillangók életmódját a helyszínén tanulmányozni, még azt hitte, hogy párosodásuk alkalmasint csak rövid ideig szokott tartani, mert soha sem találta vagy látta őket párosodva. (Iris. VIII. p. 109.)

faj mellett, melyből BIRÓ LAJOS az első két példányon kívül többet nem is talált, és melylyel eddig semmiféle más nyilvános vagy magángyűjtemény nem dicsekedhetik, még egy unikummal bír e lepkecsoportból.

Ez az unikum a *Troides oblongomaculatus var. papuensis* WALL. oly himje, melynél a felső szárnyak fekete színe sötétbarnára, az alsó szárnyak aranysárga mezője pedig dióbarnára változott. Ennek az *ab. Birói* nevet adtuk, mert szintén BIRÓ küldte Új-Guineából.

Troides-gyűjteményünk többi ritka és becses darabjai közül még csak a *Troides Goliath* OBERTH. fajt említjük meg. Ebből eddig mindössze két példány ismeretes. Az egyik példány leírójánál, OBERTHÜR KÁROLYNÁL van Franciaországban, a másik mi nálunk. Ez utóbbit is Új-Guineában buvárkodó hazánkfiának, BIRÓ LAJOSNAK köszönhetjük, a ki 1898 őszén a Huon-Golfnál fekvő Simbang mellett fogta.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 február 19.-én tartott üléséből.)

## A KRISTÁLYOK OSZTÁLYAI.

SCHMIDT SÁNDOR I. tagtól.

(I. és II. tábla.)

A kristályok homogen szilárd testek, melyeknek tulajdonsága bárhol kiválasztott, de parallel, egyező irányú és egyenlő hosszúságú egyeneseken azonos, azonban a bár egyenlő hosszúságú, de nem parallel, vagy pedig parallel, de ellentétes irányú egyeneseik tulajdonsága általában véve különböző.

A kristályok összes tulajdonságaiból föltételezhető, hogy elemi piczinségekből: kristálmolekulákból állanak, hogy a kristályélek egyeneseken fekvő molekulákat tartalmaznak, hogy a kristálylapok egy síkba tartozó élek molekuláiból valók. Föltételezhető az is, hogy egy-egy élen a szomszédos molekulák távolsága egyenlő és ez a bizonyos távolság a parallel éleken azonos, a nem parallel éleken pedig általában nem azonos.

Egyenlő értékű irányok a kristályokban azok, melyekben az egyenlő hosszúságú egyenesek megegyező tulajdonságúak. Ilyenek a parallel, egyező irányú és egyenlő hosszúságú élek, ennél fogva egyenlő értékű éleken minden egyes él szomszédos saját molekuláinak távolságát is azonosnak kell tekinteni.

Az egyenlő értékű irányok szükségképen való együvé tartozásának szabályszerűsége a kristályok symmetriája.

1. A symmetriás kristályokban minden egyes irányhoz még egy vagy több, vele egyenlő értékű másik irány is tartozik, úgy, hogy az együvé tartozó irányokban lemért egyenlő hosszúságú egyeneseknek projectioja, ez utóbbit egy kristályélre vonatkoztatva, az irányokat s a mérést ezen éltől kezdve: abszolút értékében egyenlő (Projectio tétel).

2. A szóban forgó kristályél az általános symmetria-egyenes és ha a tőle követelt egyenlő értékű irányok száma legkevesebb kettő és ha ezen két egyenlő értékű iránynyal az általános symmetria egyenes egyúttal egysíkbeli is, akkor őt egyes symmetria egyenesnek mondjuk és vele a symmetriának alábbi három nemét kapni.

a) Az együvé tartozó egyenlő értékű két irány egy egyenesen van (1. ábra).

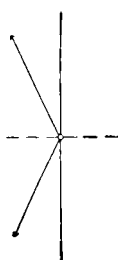
Ez a ponthoz szabott symmetria, mikor egy molekulán keresztül haladó minden egyenesnek mind a két iránya az illető



1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.

egyeneseken egyenlő értékű. A szóban forgó molekula a symmetria-pont.

b) Az együvé tartozó egyenlő értékű két irány projectioja abszolút és relatív értékben is egyenlő (2. ábra).

Ez az egyeneshez szabott symmetria és az őt megszabó él a symmetria-egyenes.

c) Az együvé tartozó két egyenlő értékű irány nincs egy egyenesen és projectiojuk csak abszolút értékben egyenlő (3. ábra).

Ez a síkhoz szabott symmetria, mikor minden egyes irányhoz egy vele egyenlő értékű másik irány is, egy kristálylaphoz mint tükörhöz mérve, tükörképileg megegyező helyen tartozik.

A szóban forgó kristálylap a symmetria-sík.

Hogy pedig ez a sík kristálylap tartozik lenni, az a következő megfontolásokból derül ki. Két, a c) pont értelmében együvé tartozó egyenlő értékű kristálylap ugyanis egyetlen egy élet határoz meg, mely ennél fogva a symmetria-egyenesre merőleges kell hogy legyen. Ugyanez áll másik két lapra is és ha e négy lapot a

symmetria-egyenesnek egy és ugyanazon molekuláján fektetjük keresztül, két, egymásra merőleges kristályél ered, mely utóbbiak már is meghatároznak egy kristálylapot, mely nem más, mint a szóban forgó symmetria-sík.

3. Az általános symmetria-egyenes a megelőző pontban tárgyalt legegyszerűbb esetében mint egyes symmetria-egyenes hatásában a symmetria-pontnak, a symmetria-egyenesnek és a symmetria-síknak megállapított fogalmaival egyező levén, a kristályok symmetriáját mindenekelőtt ezen három symmetria-nem tekintetéből tárgyalom.

A symmetria megkövetelte egyenlő értékű irányok ábrázolására a gömb-projectio szolgál.

4. A symmetriátlan kristályokban minden egyes irány különböző értékű (I. tábla, 1.).

5. Ha valamely kristályban több symmetria-pont van, akkor e pontok egyenlő értékűek tartoznak lenni, mert a parallel és egyező irányok egyenlő értékűek. A symmetria-pont ennél fogva a kristály bármelyik molekulája lehet és mindig csak egyetlen egy symmetria-pontról szólunk (a gömb középpontja).

6. Ha valamely kristálynak symmetria-egyenes vagy symmetria-síkja van, őket a kristályban bárhol meg lehet találni, mi szintén a parallel és egyező irányok egyenlő értékének a következménye. Ennél fogva a symmetria-egyeneset egyetlen egy él, a symmetria-síkot pedig egyetlen egy lap adja meg (átmérő, illetve legnagyobb kör síkja a gömbben).

7. Egy symmetria-egyenes a symmetria minden más nemének hiányában a tulajdon két ellentétes irányában önként folyólag különböző értékű (poláris egyenes). Egy symmetria-síkban is, ha a symmetria minden más neme hiányzik, az irányok önként folyólag polárisak (poláris sík).

8. Ha valamely kristályban symmetria-pont és vele egy vagy több symmetria-egyenes van, akkor a symmetria-pont a symmetria-egyenesnek vagy egyeneseknek mindig egy molekulája lehet. Ezért a symmetria-egyeneseket mindig egy molekulában metszőknek tekintjük és ha velük symmetria-pont is van, akkor ez a közös molekulájuk az.

Épen így, ha valamely kristályban symmetria-pont és egy



vagy több symmetria-sík is van, a symmetria-pont mindig molekulája lehet az egy vagy több symmetria-síknak és ha több symmetria-síkkal együtt van a symmetria-pont is, a síkok közös molekulája a symmetria-pont.

Általában pedig symmetria-pont, symmetria-egyenesek és symmetria-síkok mindig egy közös molekulában találkozhatnak (a gömb középpontja).

Mindezek a parallel és egyező irányok egyenlő értékének a folyományai.

9. Több symmetria-egyenes maga is egymáshoz szabva symmetriás tartozik lenni. Ugyanez áll több symmetria-síkra, valamint a symmetria-egyenesek és symmetria-síkok kapcsolatára is, mi a symmetria nemek fogalmából önként következik.

10. Ha a symmetria-pont és a symmetria-egyenes együtt vannak, akkor a symmetria-egyenesnek mindkét iránya egyenlő értékű (axiális egyenes).

Több symmetria-egyenes, vagy több symmetria-sík is, mindenik a maga nemében egyenlő vagy különböző értékű lehet.

11. Symmetria-pont és egy symmetria-egyenes együtt egyúttal egy symmetria-síkot is adnak (I. tábla, 5), mely utóbbi a symmetria-egyenesre merőleges. A symmetria-egyenesnek két iránya most egyenlő értékű ugyan, azonban az ő két ellentétes irányát ekkor egymással oly módon meg nem cserélhetni, hogy velők együtt a symmetriától követelt összes egyenlő értékű irányok is helyüket tekintve egybeillően megcserélődjenek.

Az analog értelemben egymással egyenlő értékű symmetria-egyenesek vagy symmetria-síkok tükörképiesen egyenlő értékűek.

12. Két symmetria-egyenes egymásra merőleges tartozik lenni és ha különböző értékűek, akkor egyúttal egy harmadik, tőlük különböző értékű és mindkettőjükre merőleges symmetria-egyenes is van (I. tábla, 6). Ekkor minden symmetria-egyenesnek a saját két iránya egyenlő értékű és ha közülök bármelyik kettőnek a saját ellentétes irányát megcseréljük, akkor a tőlük követelt összes egyenlő értékű irányok is helyük tekintetében velők együtt egybeillően megcserélődnek.

Az analog értelemben egymással egyenlő értékű symmetria-egyenesek vagy symmetria-síkok egybeillően egyenlő értékűek.

13. Ha van  $n$  egysíkbeli, egy molekulán keresztül haladó, egyenlő értékű symmetria-egyenes, mikor  $n$  a dolog természetéből kifolyóan az 1 és  $\infty$  között bármelyik pozitív egész szám lehet, akkor ők egymáshoz szabva csak akkor symmetriásak, ha két közvetlenül szomszédos symmetria-egyenes  $\left(\frac{\pi}{n}\right)$  szöget zár be. Ha

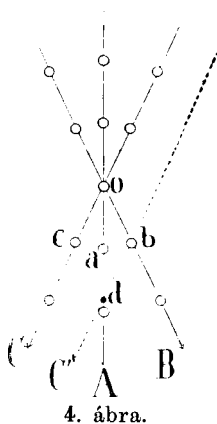
közülök egy tetszőleges  $OA$  symmetria-egyenesen (4. ábra) két szomszédos molekula távolsága  $oa$ , akkor kell, hogy az  $OB$  és  $OC$  vele közvetlenül szomszédos symmetria-egyeneseken is  $ob = oc = oa$  legyen. Ha a  $b$  molekulán keresztül az  $OC$ -vel párhuzamos  $bC'$  egyenest megvonjuk, akkor kell, hogy ő az  $OA$  egyenesen is a  $d$  pontban szintén egy molekulát találjon, még pedig a  $bd = oc = oa$  távolságban. Ez pedig csak akkor áll be, ha  $od$  és  $oa$  viszonya 0 vagy egész szám. Mivel pedig

$$\frac{od}{oa} = \frac{od}{ob} = \frac{\sin\left[\pi - \frac{2\pi}{n}\right]}{\sin\left[\frac{\pi}{n}\right]},$$

kétségtelen, hogy e követelménynek csakis a következő értékek tesznek eleget:

$$\begin{array}{lll} n = 1, & \frac{od}{oa} = -2, & \frac{\pi}{n} = 180^\circ, \\ n = 2, & \frac{od}{oa} = 0, & \frac{\pi}{n} = 90^\circ, \\ n = 3, & \frac{od}{oa} = 1, & \frac{\pi}{n} = 60^\circ, \\ n = \infty, & \frac{od}{oa} = 2, & \frac{\pi}{n} = 0^\circ. \end{array}$$

Minthogy pedig az  $n = \infty$  esetében egyúttal e síkban minden irány egyenlő értékű, a mi pedig tapasztalatilag csakis az amorph homogen szilárd testekre áll, kétségtelenül következik, hogy kris-

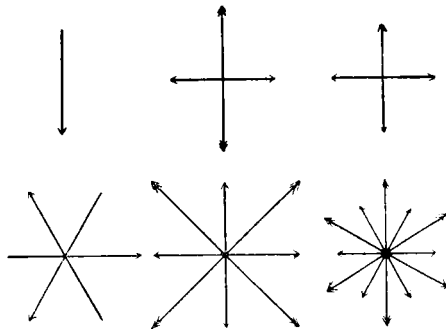


tályokban az egysíkbeli egyenlő értékű symmetria-egyenesek száma csakis egy, kettő vagy három lehet.

14. Az egysíkbeli lehetséges symmetria-egyenesek száma, tekintettel az egyenesek értékére is, csakis 1, 2, 3, 4 vagy 6 lehet, a mi összesen hat különböző esetet ad (5. ábra).

15. Minthogy a symmetria-sík mindig egy kristálylap, a symmetria-egyenesek síkja is lehet symmetria-sík.

Ha azonban van egy symmetria-sík és az ő síkjában egy symmetria-egyenes is, akkor egyúttal még egy symmetria-sík is van, mely az előbbi síktól különböző értékű, reá merőleges és a sym-



5. ábra.

metria-egyeneset is tartalmazza. A tétel meg is fordítható, azaz ha van két egymásra merőleges, különböző értékű symmetria-sík, akkor e két síknak közös éle egyúttal symmetria-egyenes (I. tábla, 7). Ennélfogva, ha az egysíkbeli symmetria-egyenesek összes lehetséges eseteiben a symmetria-egyenesek síkja egyúttal symmetria-sík, akkor ezen symmetria-síkhöz merőlegesen annyi és töle egyaránt különböző értékű további symmetria-sík is lehetséges, a mennyi az egysíkbeli symmetria-egyeneseknek a száma.

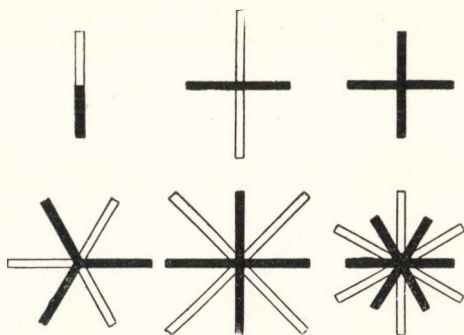
Így az egymást egy egyenesben metsző symmetria-síkok száma is kétségtelenül megszabott, vagyis kimondható, hogy az egymást egy egyenesben metsző symmetria-síkok száma is csak egy, kettő, három, négy vagy hat lehet, a mi összesen hat lehetséges esetet ad (6. ábra).

16. Minthogy egy symmetria-egyeneshez egy másik, reá

merőleges symmetria-egyenes is mindig lehetséges, azért, ha az egysíkbeli összes lehetséges symmetria-egyeneseket egy reájuk egyaránt merőleges symmetria-egyenessel együtt megvizsgáljuk, az egyenesek értékeit is tekintetbe véve, a symmetria-egyenesek elrendeződésének következő esetei lehetségesek :

a) három különböző értékű és egymásra egyaránt merőleges symmetria-egyenes (I. tábla, 6);

b) öt symmetria-egyenes, még pedig négy egysíkbeli, az ötödik valamennyitől különböző értékű és valamennyire merőleges (I. tábla, 12);



6. ábra.

c) három egyenlő értékű, egymásra egyaránt merőleges symmetria-egyenes (II. tábla, 28);

d) hét symmetria-egyenes, és pedig hat egysíkbeli, a hetedik valamennyitől különböző értékű és valamennyire merőleges (II. tábla, 24) és

e) kilencz symmetria-egyenes, négyével három egymásra egyaránt merőleges síkban (II. tábla, 29).

17. Az egymást egy egyenesben metsző symmetria-síkok összes lehetséges eseteit a reájuk egyaránt merőleges symmetria-síkkal együtt megvizsgálva, a síkok értékeit is tekintetbe véve, elrendeződésüknek következő esetei lehetségesek :

a) két, egymásra merőleges, különböző értékű symmetria-sík (I. tábla, 7);

b) négy, egymást egy egyenesben metsző symmetria-sík (I. tábla, 14);

*c)* három különböző értékű, egymásra egyaránt merőleges symmetria-sík (I. tábla, 8);

*d)* öt symmetria-sík, négy egymást egy egyenesben metszi, az ötödik pedig reájuk merőleges és valamennyitől különböző értékű (I. tábla, 15);

*e)* három egyenlő értékű és egymásra egyaránt merőleges symmetria-sík (II. tábla, 30);

*f)* négy symmetria-sík, és pedig három egymást egy egyenesben metszi, a negyedik reájuk merőleges és tőlük különböző értékű (II. tábla, 22);

*g)* kilencz symmetria-sík, közülök három egyenlő értékű és egymásra egyaránt merőleges, hat egymás között szintén egyenlő értékű és kettőnként az előbbi három síkra merőlegesek (II. tábla, 32) és

*h)* hét symmetria-sík, még pedig hat egymást egy egyenesben metszi, a hetedik tőlük különböző értékű és reájuk merőleges (II. tábla, 27).

Ezen esetekben egyúttal mindenütt ott, hol egymásra merőleges symmetria-síkok metsződnek, a metszés egyúttal a metsződő síkok értékének megfelelő értékű symmetria-egyes. Önként következik az is, hogy az *a)* *b)* és *f)* kivételével a többi esetekben symmetria-pont is van.

18. Az egysíkbeli összesen lehetséges symmetria-egyesek az ismétlések mellőzésével a következő eseteket szolgáltatják:

*a)* egy symmetria-egyes (I. tábla, 3) és

*b)* három egyenlő értékű symmetria-egyes (II. tábla, 18).

19. Az egymást egy egyenesben metsző összesen lehetséges symmetria-síkok az ismétlések mellőzésével az alábbi eseteket szolgáltatják:

*a)* egy symmetria-sík (I. tábla, 4);

*b)* három symmetria-sík (II. tábla, 20) és

*c)* hat symmetria-sík (II. tábla, 26).

Ezen esetekben is az egymásra merőleges symmetria-síkok metszése egy symmetria-egyes.

20. A mennyiben pedig a symmetria-pont minden más symmetria-nemmel kapcsolatban lehetséges, a 16., 17., 18. és 19. pon-

tokban tárgyalt esetek a symmetria-ponttal kapcsolatban az ismétlések elhagyásával a következőket szolgáltatják:

a) symmetria-pont, egy symmetria-egyenes és egy reá merőleges symmetria-sík (I. tábla, 5);

b) symmetria-pont, három egymást egy egyenesben metsző symmetria-sík és három, reájuk egyenként merőleges symmetria-egyenes (II. tábla, 21).

21. Ha számba vesszük még csak a ponthoz szabott symmetriás (I. tábla, 2), valamint a symmetriátlan eseteket is (I. tábla, 1), akkor a 16. ponttól kezdve előadottak értelmében a kristályoknak huszonkét külön osztálya lehetséges. Ezen osztályok mindenikében egy tetszőleges irányhoz a hozzá tartozó és vele szükségképen egyenlő értékű többi irányokat a symmetriának bennök foglalt nemei egyértelműen és kétségtelenül megszabják.

22. Míg az egyes symmetria-egyenes két összetartozó és vele egysíkbeli egyenlő értékű iránynyal jár (I. a 3. pontot), addig a többes symmetria-egyenes kettőnél több és vele nem valamennyien egysíkbeli, összetartozó egyenlő értékű irányt követel. A többes symmetria-egyenessel metsződő egyenlő értékű élek egyenlő értékű kristálylapokat határoznak meg, mely utóbbiaknak elrendeződése a síkjukban foglalt többes symmetria-egyenes körül csakis olyan lehet, hogy az egyes symmetria-egyenesből kimutatott további symmetria-nemekkel kapcsolódva, a 13., 14. és 15. pont értelmében lehetséges kristályosztályokat szolgáltatthassanak.

Mert az eddig levezetett 22 kristályosztályt a közölt számozási sorrend értelmében összehasonlítván tanulmányozva, szembező az a szabályszerűség is, hogy közöttük a 2., 5., 8., 15., 27. és 32. osztályok bizonyos típusoknak, törzsoztályoknak tekintendők,\* úgy, hogy a bennök tapasztalt viszonylagosan maximális symmetria-összeségéből az őket megelőző kristályosztályok a symmetriák csökkentésével levezethetők. A tétel teljes érvényességében megfordítható is lévén, világos, hogy a többes symmetria-egyenesre a kristálylapok szempontjából elmondottak általában érvényesek.

---

\* Ezek voltak egyúttal az első sorban megismert osztályok, «kristályrendszerek» is.

23. A többes symmetria-egyenes a megelőző pont értelmében az egyenlő értékű összetartozó kristályirányokat vagy

a) két, egymásra merőleges, egyenlő értékű síkban, vagy pedig

b) három, egymással szomszédosan  $60^\circ$  szöget bezáró, egyenlő értékű síkban tartalmazza.

Ezen síkok közös metszése a többes symmetria-egyenes, mely utóbbit ezen értelemben kettős, illetve hármas symmetria-egyenesnek mondhatni.

24. A kettős symmetria-egyenes a kristályoknak három osztályát szabja meg (I. tábla, 9, 10, 13), a hármas symmetria-egyenessel pedig öt kristályosztály ered (I., II. tábla, 16, 17, 19, 23, 25). Ezen osztályok közül a 13., 19. és 25. osztály az illető többes symmetria-egyenesre merőlegesen egy-egy symmetria-síkot is tartalmaz.

Végül a 15. és 32. osztályban foglalt symmetria-nemekből külön még két kristályosztály lehetséges, u. m.:

a) két, egymásra merőleges, egyenlő értékű symmetria-sík, metszésvonalukban egy symmetria-egyenes és ez utóbbra merőlegesen, a symmetria-síkok hajlását felező helyen további két, egymással egyenlő értékű symmetria-egyenes (I. tábla, 11), és

b) hat egyenlő értékű symmetria-sík, közülök kettőnek-kettőnek metszésében három egyenlő értékű és egymásra merőleges symmetria-egyenes (II. tábla, 31).

25. Így a kristályoknak összesen 32 osztálya ered, u. m. egy symmetriátlan és 31 symmetriás osztály. A symmetriás kristályok szabályszerűségét egyetlen egy tétel, a *projectio-tétel* mondja ki, melynél fogva bennök minden egyes irányhoz szükségképen még egy vagy több, vele egyenlő értékű további irány is tartozik, a mely irányokbeli egyeneseknek egy kristályélre (általános symmetria-egyenes) vonatkoztatott projectioja abszolút értékükben egyenlő.

A symmetria-elemek ezen tétel értelmében az egyes symmetria-egyenes, mely a symmetria-pont, symmetria-egyenes és symmetria-sík neveit szolgáltatja, továbbá a kettős és hármas symmetria-egyenesek. Ezen symmetria-elemek bizonyos kapcsolatukban reciprokok, melynek értelmében bizonyos symmetriák együtt egyúttal szükségképen más symmetriákat is szolgáltatnak. Másrészt egyes egyszerűbb symmetriájú osztályokból további

symmetriák hozzájárulásával összetettebb symmetriájú osztályokat kapunk, vagy megfordítva az 5., 8., 15., 27. és 32. osztályokból, melyek mindenike egy-egy viszonylagosan maximális symmetria-typusnak mondható, a bennök foglalt symmetriáknak csökkentésével a többi osztály mind levezethető. A 2.—8. osztályban a symmetriák különböző értékűek és bennök ezért csak az egyes symmetria-egyenes tapasztalható, ellenben a 9.—32. osztályban, hol már egyenlő értékű symmetriák is vannak, egyúttal többes symmetria-egyenesekre is találunk.

Ily módon, ámbár a 32 kristályosztály mindenike egymástól teljesen független és a maga nemében egyértelműleg kétségtelenül megszabott, mégis közöttük az imént előadott vonatkozás megvan, minthogy pedig ezen vonatkozás értelmében több osztály ki nem mutatható, velük a kristályok osztályai be is fejeződnek.

Ez a 32 kristályosztály az, mely a 19. századnak a kristályokról szerzett ismereteink tekintetében egyik nagy jelentőségű határköve és a mely 32 kristályosztály első megállapítását — a mint ismeretes — J. FR. CHR. HESSEL-nek (1830) köszöni a tudomány.\*

#### Táblák magyarázata.

A két tábla rajz a 32 kristályosztályt a symmetriátlantól kezdve a legmagasabb fokban symmetriásig gömb-projectioban ábrázolja. A felső polusok fekete pontok, az alsók köröcskék. A symmetria-pont csillagocska, a symmetria-egyenesek jelzésekkel ellátott átmérők, a symmetria-síkok pedig vastagabb vonalú fekete vagy színes legnagyobb körök. Az egyenlő értékű symmetriák megjelölése egy-egy osztályban azonos és minden osztály symmetriájából legalább annyi van kifejezve, a mennyi a szükségképen együvé tartozó, egyenlő értékű, legáltalánosabb irányok kimutatására elegendő.

---

\* OSTWALD's Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 88 u. 89. Leipzig, 1897.

---



## A CSILLAGREND PHYSIKAI ÉRTELMEZÉSE.

KÖVESLIGETHY RADÓ I. tagtól.

A csillagrend fogalmát PTOLEMAEUS vezette be a csillagászatba, a mennyiben a HIPPARCHOS-tól átvett jegyzék csillagjait a szemre gyakorolt fénybenyomás szerint becslés útján hat osztályba sorozta. Az eljárás annyira biztosnak tetszett, hogy PTOLEMAEUS egyes csillagok nagyságrendje mellé a  $\mu\epsilon\lambda\acute{\iota}\zeta\omega\nu$  vagy  $\acute{\epsilon}\lambda\acute{\alpha}\sigma\sigma\omega\nu$  jelzőket téve, alosztályokat is megállapíthatott. És valóban a becslés pontossága oly nagy, hogy PICKERING terjedelmes tanulmánya szerint egy-egy PTOLEMAEUS-féle nagyságbecslés valószínű hibája csak  $\pm 0.3$  mg (magnitudo). A kényelmes eljárás a mai napig is divik s a legnagyobb, csupán becslésen nyugvó csillagkatalogus a Bonner Durchmusterung, mely még hosszú ideig minden, a csillagok fényének összehasonlításán alapuló vizsgálódásnak alapja leend. A potsdami «Photometrische Durchmusterung» mérési eredményeivel összehasonlítva, ezen fénybecslések csak  $\pm 0.2$  mg valószínű hibával bírnak, ha a 7.5 rendig terjedő csillagok összességét tekintjük.

E nevezetes katalogus kezdeményezője, ARGELANDER, fokozatos interpolation alapuló becslési módszert ajánlott, mely az új és változó csillagok megfigyelésében ma is nélkülözhetetlen. Ennek pontossága  $\pm 0.06$  mg-ra terjed, tehát épp akkora, mint a legjobb műszerrel, a ZÖLLNER-féle photometerrel tett megfigyeléseké, úgy, hogy a legjobb becslések a legjobb mérésekkel teljesen egyenértékűek. Az a rendkívüli haladás, mely PTOLEMAEUS óta a csillagok helymeghatározásában észlelhető, az épp oly fontos fénymérésekben tehát éppenséggel nem vehető észre.

A becsléseknek összehasonlítása tényleges photometrikus

mérésekkel mindenekelőtt igazolta a FECHNER-féle psychophysikai törvényt, s megadta ez alapon a csillagrend összefüggését az intenzitással. Ha ugyanis  $m_1$  és  $m_2$  két csillag nagyságrendje,  $I_1$  és  $I_2$  ezek fényének intenzitása és  $k$  valamely állandó, akkor

$$m_2 - m_1 = - \frac{1}{\log. k} \log. \frac{I_2}{I_1}, \quad 1)$$

a hol a negatív jel azon szokásnak megfelelőleg van választva, hogy a kisebb rendszám a fényesebb csillaghoz tartozik. A méréseknek összevetése a becsült nagyságokkal, különösen a Durchmusterung becsléseivel kitüntette ugyan, hogy a nagyságrend nem teljesen homogen skála, a mennyiben a 3—6-rendű csillagokig  $k$  állandó, de fényesebb csillagoknál nagyobb. Jelenleg mint legjobb érték a szabad szemmel látható csillagok számára  $\log. k = 0.340$ , a teleszkopikus csillagok számára  $\log. k = 0.394$  szerepel.

Az adott egyenlet azonban  $k$  értékének kellő megválasztása mellett a csillagrend definitioja számára is használható. Ha — mint ez általánosan el van fogadva — Pogson szerint  $\log. k = 0.400$ , akkor az 1) egyenlet lesz

$$m_2 - m_1 = -2.5 \log. \frac{I_2}{I_1}, \quad 2)$$

és ama csillagok különböznek *egy* csillagrenddel, melyeknek intenzitásviszonya  $\frac{I_2}{I_1} = 2.512$ .

A Pogson-féle állandó a 6-odrendű és gyengébb csillagok mérési eredményeit összeegyezteti a Bonner Durchmusterung becsléseivel; a fényesebb csillagoknál, melyekre azonban pontos intenzitáskatalogus már van, eltérések előfordulhatnak.

A csillagrendnek így módon adott definitioja beláthatólag teljesen subjectiv: függ a megfigyelő szemének a hullámhosszással változó érzékenységtől, tehát még normális szem esetén is a csillag fényének spektrális összetételétől, azaz a csillag spektráltípusától, sőt szigorúan véve még a műszernek és a levegőnek absorptiójától is, mely különböző összetételű kevert fényre más-képen hat. Különösen észrevehető a különbség, ha visuálisan és photographiailag levezetett magnitudokat hasonlítunk össze, mint-

hogy a fényérzékeny lemez nem csupán más hullámhosszaságú határok között érzékel, hanem ezeken belül is egészen más törvény szerint, mint a szem reczehártyája.

Fontos tehát, hogy a magnitudonak, a mely becslések folytán még nagyon hosszú életű lesz az astronomiában, és teljes joggal, éppen a változó és új csillagok tanulmányozásában, fizikai értelmezését adjuk. Itt természetesen nem szólok arról, hogy a 2) egyenlet értelmében két egyenlő intenzív csillag, mely a megfigyelőtől 1 : 1,585 viszonyban álló távolságokra van, *egy* csillagrenddel különbözik, mely tény a csillagrendszer térbeli kiterjedésének kutatásában eléggé használatos, hanem azon, különösen az új csillagok természetének megítélésében fontos tárggyal foglalkozom, hogy miképpen fejezhető ki a magnitudo tisztán fizikai állapotjelzők által?

Valamely folytonos spektrum egyesített keverékfénye

$$I = \frac{4}{\pi} \mu A \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} s \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu^2)^2} d\lambda \quad (3)$$

visuális intenzitással bír, ha  $A$  a spektrum összes,  $\lambda=0$  és  $\lambda=\infty$  határok között vett objektív intenzitása,  $\mu$  a maximális intenzitás hullámhosszasága,  $\lambda_1$  és  $\lambda_2$  a visuális spektrum két határa, és  $s$  a szem érzékenysége, mely legalább normális szem esetén a hullámhosszaságnak folytonos, feltűnő maximumokat vagy minimumokat nem mutató függvénye. Ennek analitikai alakját ugyan nem ismerjük, de empirikusan meghatározható, ha a visuális intenzitást összehasonlítjuk abszolút fekete réteggel bevont bolometer adataival. A függvény differenciálquotiense egyszerűbben adódik, a mennyiben csupán azt kell megállapítani, mily valószínű hibával illeszthető adott színű homogen fénynyaláb egy folytonos spektrum megfelelő helyére.

Az integrálszámítás egy ismert tétele értelmében  $s$ -nek valamely  $\lambda_1$  és  $\lambda_2$  határok között alkalmasan választott  $s_0$  középértéke vehető az integrál elé, s ha most

$$F(\mu) = \frac{4}{\pi} \mu \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\lambda^2}{(\lambda^2 + \mu^2)^2} d\lambda, \quad (4)$$

akkor 3) a következő alakban is írható

$$I = s_0 A F(\mu). \quad 5)$$

Ugyanazon szem és hasonló fényösszetételű csillag számára  $s_0$  ugyanaz, de különböző típusú csillagok számára más és más. Gyakorlatilag ugyan ezen különbségtől is eltekinthetünk, a meny-nyiben Potsdamban az összes csillagok intenzitását az állandóan meghagyott «közép csillagszínre» beállított mesterséges csillaggal hasonlították össze. E szín a sárgás, II. típusú csillagok színének felel meg.

A következő eredmények tehát pontosak lesznek, ha a két összehasonlított csillag ugyanazon typushoz tartozik, és közelíteteknek tekintendők, ha a csillagok típusa különböző.

A mondottak alapján a 2) Pogson-féle egyenlet

$$m_2 - m_1 = -2.5 \log. \frac{A_2 F(\mu_2)}{A_1 F(\mu_1)} \quad 6)$$

alakban is írható. Minthogy  $\mu$  és  $A$  a fényforrásnak úgy anyagától, mint hőmérsékletétől és sűrűségétől függ, a csillagrend egysége számára egységes definitio nem is adható. De általánosan érvényes formulához jutunk, ha abszolút fekete testet veszünk, melyhez a csillagok az átsugárzott réteg vastagságánál fogva elég közel is járnak. Módunkban áll azonban mindig, hogy a hőmérséklet számításában elkövetett hibát irányát illetőleg megbecsüljük.

Ez egyszerűbb esetben  $A$  és  $\mu$  csupán az abszolút hőmérséklettől függ, oly módon, hogy

$$\frac{A_2}{A_1} = \left( \frac{\theta_2}{\theta_1} \right)^4, \quad \text{és} \quad \mu\theta = 2880, \quad 7)$$

ha a hullámhosszaságokat ezred milliméterekben fejezzük ki. Ennélfogva

$$m_2 - m_1 = 10 \log. \frac{\mu_2}{\mu_1} - 2.5 \log. \frac{F(\mu_2)}{F(\mu_1)} \quad 8)$$

egyenletben a csillagrend tisztán az abszolút hőmérsékletre van redukálva, mert ha  $\mu$  ismeretes, a 7) egyenlet másodika alapján  $\theta$  is az.

Legyen most valamely  $m_1$  rendű csillag spektrumában a

maximális intenzitás hullámhosszasága  $\mu_1$ , és változzék a csillag fénye  $m_2 - m_1 = 1$  mg-val. A megváltozott  $\mu_2$  a 8) egyenletből számítható, melyben

$$F(\mu) = \frac{2}{\pi} \left( \arctang \frac{\mu (\lambda_2 - \lambda_1)}{\mu^2 + \lambda_1 \lambda_2} - \mu \frac{(\mu^2 - \lambda_1 \lambda_2) (\lambda_2 - \lambda_1)}{(\lambda_1^2 + \mu^2) (\lambda_2^2 + \mu^2)} \right) \quad 9)$$

vagy kényelmesebb számolás kedvéért téve

$$\text{tang } \varphi_1 = \frac{\lambda_1}{\mu} \quad \text{és} \quad \text{tang } \varphi_2 = \frac{\lambda_2}{\mu}; \quad 10)$$

egyszerűbben

$$F(\mu) = \frac{2}{\pi} ((\varphi_2 - \varphi_1) - \sin(\varphi_2 - \varphi_1) \cos(\varphi_2 + \varphi_1)). \quad 11)$$

Ó-Gyallán végzett méréseim szerint\* az I., II. és III. típusú csillagok számára  $\mu_1 = 0.45$ ;  $0.53$ ;  $0.60$ . Ha a normális szem érzékenységi határai  $\lambda_1 = 0.39$  és  $\lambda_2 = 0.76$ , akkor a behelyettesítés a következő egyenletekhez vezet:

$$\begin{array}{ll} \text{I. típus.} & \log. \mu_2 - \frac{1}{4} \log. F(\mu_2) + 0.0923 = 0 \\ \text{II.} & \phantom{\log. \mu_2 - \frac{1}{4} \log. F(\mu_2)} + 0.0079 = 0 \\ \text{III.} & \phantom{\log. \mu_2 - \frac{1}{4} \log. F(\mu_2)} - 0.0592 = 0. \end{array} \quad 12)$$

Az egyenleteknek megoldása, mely legezélszerűbben a függelékben adott táblázat segítségével történik, a három típusra vonatkozólag sorban

$$\mu_2 = 0.546; \quad 0.637; \quad 0.715. \quad 13)$$

Ha tehát egy első típusú csillag *egy* csillagrenddel nő, akkor fénye épúgy fogy, mintha spektrumában a maximális intenzitás hullámhosszasága  $0.450$ -ról  $0.546$ -ra vándorolt volna.

A  $\mu_1$  és  $\mu_2$  ezen megfelelő értékei a 7) egyenlet értelmében hőmérsékleti adatokban is kifejezhetők. E szerint

$$\begin{array}{llll} \text{I. típus} & \theta_1 = 6400^\circ; & \theta_2 = 5274^\circ; & \frac{\theta_1}{\theta_2} = 1.213 \\ \text{II.} & 5434 & 4524 & 1.201 \\ \text{III.} & 4799 & 4028 & 1.191, \end{array} \quad 14)$$

---

\* Beob. ang. am astr. Obs. Ó-Gyalla, IX. köt.

és az előbbi tételt így is kifejezhetjük: a fehér csillagoknál a fénynek *egy* nagyságrenddel való növekedése ugyanannyi, mintha a hőmérséklet  $6400^\circ$ -ról  $5274^\circ$ -ra süllyedt volna. Az *egy* magnitudo fényváltozásnak megfelelő kezdet- és véghőmérséklet viszonya típusonként ugyan határozott menetet mutat, de ez oly elenyésző, hogy a legszabatosabb fénymérések pontosságán belül a

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = 1.202 \quad (15)$$

középértéket fogadhatjuk el. Tényleg a hiba, melyet ily módon a csillagrendben elkövetünk, az I. típusnál  $0.049$ , a III. típusnál  $0.051$  mg, tehát még valamivel kisebb, mint a legjobb mérések valószínű hibája.

Most már a 2) egyenlet helyett a következő, physikailag szabatosan értelmezhető egyenlet írható:

$$m_2 - m_1 = -12.5 \log. \frac{\theta_2}{\theta_1}, \quad (16)$$

vagyis: *ha pontalakú abszolút fekete test a láthatóságot feltételező hőmérsékleti határokon belül hőmérsékletét 20%-tel emeli, akkor közelítésben függetlenül keverékfényének színétől fényerejét kifejező csillagrendje egy egységgel nő.*

Ha a csillag nem tekinthető abszolút feketének, akkor belezajtszik a jelenségbe a hőmérsékleten kívül a nyomás is, és a megoldás minden csillagra nézve csak individuális lehet. Ez esetben a 14) alatt adott hőmérsékletek csak alsó határt képviselnek, mert ha két testnél a maximumintenzitás ugyanazon hullámhosszaságra esik, akkor mindig a *nem* fekete test hőmérséklete a nagyobb. Az I., II., III. típusú csillagok hőmérséklete azon rétegben, mely a spektrum fényének javarészét szolgáltatja, ezek szerint nagyobb, mint  $6400^\circ$ , illetve  $5434^\circ$  és  $4800^\circ$ .

Ha nem a vizuális, hanem az összes intenzitással definiálnók a csillagrendet, akkor 4) értelmében  $F(\mu)=1$ , a miből 6) és 7) összevetése után következnek:

$$m_2 - m_1 = -10 \log. \frac{\theta_2}{\theta_1}. \quad (17)$$

Ezen egyenletnek megoldása  $m_2 - m_1 = 1$  számára :

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = 1.259, \quad (18)$$

tehát a 15) egyenlettel elég közel összeeső érték. Az energetikusnak nevezhető csillagrend tehát nem különbözik lényegesen a visuálistól.

A mondottak kapcsán még felmerülhet ama kérdés, hogy mily hőmérsékleti határokon belül látható egyáltalában az abszolút fekete test által kibocsátott keveréksugárzás?

Ha luminiscentia jelenségeket kizárunk, akkor a test fényleni kezd, mihelyt hőmérséklete a  $525^\circ \text{C.}$ , azaz  $\theta = 798^\circ$ -ot elérte. Ekkor 7) értelmében  $\mu = 3.609$  és a megfelelő  $F(\mu) = 0.003935$ . Ez tehát a minimális érték, mely mellett sugárzás keverékfénye látható. Ezen értéktől fogva  $F(\mu)$  együtt nő  $\mu$ -vel és  $\mu = 0.309$  mellett az  $F(\mu) = 0.2684$  maximális értéket veszi fel, melynek  $\theta = 9320^\circ$  hőmérséklet felel meg. Most növekedő  $\mu$ -vel fogy  $F(\mu)$ , és valószínű, hogy a test láthatósága megszűnik, mihelyt a visuális intenzitás megint kezdeti értékére süllyedt. Ám az  $F(\mu) = 0.003935$  egyenletnek második reális gyöke  $\mu = 0.002476$ , a melynek  $\theta = 1\,163\,000^\circ$  felel meg.

Az abszolút fekete test, melynek hőmérséklete alacsonyabb, mint  $798^\circ$  és magasabb, mint  $1\,163\,000^\circ$ , oly hosszú, illetve rövidhullámú sugarakat emittál, hogy ezek keverékfényét normális szem nem érzékeli. SECCHI-nek a NEWTON-féle sugárzási szabályból levezetett (és már rég elhagyott) naphőmérséklete (5 millió fok) tehát ez okból is elvetendő. Ily testek észrevevésére már más reagentiák kellenek. Ez magyarázza legalább részben a GOTHARD-féle csillagot is.

Az adott értelmezés az úgynevezett új csillagok esetében azonnal becses eredményeket ad, a mennyiben most nehézség nélkül az intenzitástól a hőmérsékletre mehetünk át. A leggyorsabb fényváltozást mutatta eddig T Coronæ, mely mintegy  $2^{1/2}$  óra alatt 5-öd rendről 2-od rendre szökött. Ennek megfelel  $4000^\circ$  hőmérsékletemelkedés (minthogy a fényváltozás ez esetben a csillag rohamos közeledésével semmiképen nem magyarázható), vagyis  $0.495$  másodpercenként, a mi nagyon valószínű érték, akár collisio,

akár a belső, még izzón folyós tömeg kitörésével magyarázzuk a jelenséget.

*A visuális intenzitás logarithmusa.*

$\mu$	$\log. F(\mu)$	$\mu$	$\log. F(\mu)$
0·000	— $\infty$	0·60	9·2762
001	7·2013	65	2354
005	9001	70	1931
020	8·5161	75	1499
		80	1066
0·05	8·8958	85	0628
10	9·1682	90	0195
15	3053	95	8·9759
20	3795	1·00	9336
25	4165		
30	4286	1·50	8·5437
35	4240	2·00	2252
40	4073	2·50	7·9629
45	3821	3·00	7394
50	3507	3·50	5498
55	3150	4·00	3802

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 február 19.-én tartott üléséből.)



## A RADIOACTIV BARYUMRÓL.

LENGYEL BÉLA r. tagtól.

A RÖNTGEN-féle X-sugarak felfedezését úgyszólván nyomban követte 1896-ban BECQUEREL-é,\* a ki azt észlelte, hogy az uranvegyületek a RÖNTGEN-féle sugarakhoz sok tekintetben hasonlóakat lövelnek ki. 1898-ban J. C. SCHMIDT kimutatta, hogy a thoriumvegyületek is lövelnek láthatatlan sugarakat, melyek hasonló tulajdonságúak, mint az uransugarak.\*\*

Ugyanabban az évben a CURIE házaspár az uranérczben (szurokércz) olyan radioactiv anyagot talált, mely 400-szor activebb az urannál. Ebben az anyagban a nevezettek eddig ismeretlen, új elemet tartalmazó vegyületet gyanítanak és az elemet «polonium»-nak nevezték.\*\*\* A poloniumnak szerzők a bismuthéihez hasonló sajátságokat tulajdonítanak, mert a bismuthal együtt válik le akár kénhydrogennel, akár vízzel. Nem sikerült nekik a poloniumot a bismuthtól elválasztani épen a bismuthoz való nagy hasonlatossága miatt.

A polonium fölfedezését nyomban követte a radium felismerése. A CURIE házaspárnak M. G. BÉMONT-nal együtt sikerült az uranérczből a poloniumon kívül még egy másik, még nagyobb mértékben radioactiv anyagot felismerni.† Ebben az anyagban szintén egy új elem jelenlétét tételezik fel, melyet tekintettel erős sugárzó képességére «radium»-nak neveztek el. A radium a ba-

---

\* Compt. rend. LXXVI. és LXXVII.

\*\* Wied. Ann. 1898. LXV.

\*\*\* Compt. r. CXXVII. p. 175.

† CXXVII. p. 1215.

ryumnak minden reactioját adja és épen ezért nem sikerült eddig a tőlük kapott anyagból, mely túlnyomólag baryumvegyületből áll, a radiumnak valamely vegyületét leválasztani. Hogy mégis egy új elemnek kell az anyagban lenni, szerzők ezt abból következtetik, hogy a baryumvegyületek nem radioactívek, míg az uranérből előállított baryumvegyületek actívek; továbbá, hogy az ilyen activ baryumchloridból részleges lecsapás útján mind erősebben és erősebben sugárzó anyagot lehet kapni; végre mivel DEMARCEY az activ baryumchloridnak, mely 900-szor oly erősen sugároz mint az uran, megvizsgálta a spectrumát és abban az intenzíven mutatózó baryumvonalakon kívül egy olyan vonalat is talált, mely nem látszik egy eddig ismert elemhez sem tartozni. SKLODOYOSKA CURIE asszony mult év novemberében közzétette kísérleteit, melyek a radium atomsúlyának meghatározására irányulnak.\* Az e célra szolgáló anyagot egy fél tonna, azaz 500 kg. uranérből maradékból állította elő. E tömegből ugyanis sikerült 2 kg. radioactiv baryumchloridot előállítani, melyből vízben oldva és alkohollal részletesen lecsapva és ez eljárást többször megismételve, olyan activ baryumchloridot kapott, mely 3000—7500-szor erősebben sugárzott ki, mint az uran.

Ezzel határozta meg a baryum atomsúlyát és azt találta, hogy a kisugárzás intenzitásával az atomsúly is növekedik. Abból a baryumchloridból, melynek sugárzó ereje 7500-szor oly nagy, mint az urané, a baryum atomsúlyát 145·8-nek találta. Az eltérés a közönséges baryum atomsúlyától tehát 8 egységet tesz ki. Ez olyan jelentékeny eltérés, hogy azt kísérleti hibának felróni nem lehet; CURIE asszony ebből azt következteti, hogy a radium tényleg létező elem, melynek atomsúlya nagyobb, mint a baryumé.

GIESEL F. is előállította az activ baryumvegyületeket uranérből\*\* és ugyanazon tulajdonságokat találta, melyeket a CURIE-pár előbbi értekezéseiben leírt. GIESEL az eljárást, melylyel az activ baryumvegyületeket leválasztotta, részletesen nem ismerteti, csupán annyit említ meg, hogy az a CURIE-féletől egészen eltérő volt. Később a poloniumot is megtalálta ólom társaságában, mely-

---

\* Compt. r. CXXIX. p. 760.

\*\* Archiv f. wiss. Photographie. Bd. I. p. 297.

hez nyomokban tapad. Értekezése végén megjegyzi, hogy 15 gr.-nyi activ baryumchlorid előállítására 10 métermázsza érczet kellett feldolgoznia. E szerint az uranérczben 0·0015% radioactiv baryumvegyület, tehát igen csekély mennyiség volna.

Végül megemlítendő DEBIERNE dolgozata,\* a melyben közzéteszi, hogy az uranérczből sikerült neki egy rendkívül erősen sugárzó test kis mennyiségét kapni, melynek chemiai reactioni a titanéival egyeznek, vagy legalább ezekhez hasonlók. Ennek a testnek sugárzó ereje szintén több ezerszer nagyobb az uranénál.

A felsoroltakon kívül még mások is foglalkoztak a polonium és radium tartalmú testekkel, de ezek főképen az e testektől emittált sugarak tulajdonságait vizsgálták.

Eddigélé tehát összesen öt olyan anyagot ismerünk, melyeknek a vegyületei radioactívek: az uran, thorium, polonium, radium és a DEBIERNE-féle, titanhoz hasonló anyag. Ezek közül a két első jól definiált chemiai elem, míg az utóbbi három ez idő szerint hypothetikus elemnek tekintendő. Ez utóbbiak közül a radium érdemel legtöbb figyelmet, mert a legtöbb adat erre vonatkozólag van jelenleg megállapítva.

Ha ezeket az adatokat elfogulatlanul mérlegeljük, nem győznek meg bennünket a radium elemi voltáról. A radium elemisége mellett leginkább két adat szól: a radium atomsúlya és spectruma. Az activ baryumchloridból a baryum atomsúlyát CURIE asszony meghatározván, azt 145·8-nek, tehát nyolcz egységgel nagyobbnak találta s ebből azt következteti, hogy a radium létezik és atomsúlya nagyobb mint a baryumé. Ámde ha felvesszük, hogy a radium atomsúlya akkora, mint az eddig ismert legnagyobb atomsúly (uran = 240) s a radiumot, minthogy annyira hasonló a baryumhoz, két vegyértékűnek tekintjük, akkor a CURIE asszony által talált 145·8 atomsúlyból kiindulva, egyszerű számítás útján kiadódik, hogy abban az activ baryumchloridban, melyből a baryum atomsúlya meghatározott 11·6% radiumchloridnak kellett lenni. Ez tekintélyes mennyiség és meglepő, hogy a chemiai átalakítások alkalmával jelenlétét el nem árulta.

De még ha feltételezzük is azt, hogy a baryum és a radium

---

\* Compt. r. CXXIX. p. 593.

között a chemiai hasonlatosság oly nagy, hogy a baryumot és radiumot közösleges analytikai módszerekkel nem lehet megkülönböztetni és egymástól könnyedén elválasztani: még akkor is kételkedéssel fogadjuk a radium elemiségét, támaszkodva arra a tényre, hogy DEMARCEY az intenzíven mutató baryumspectrum vonalai között csak egy idegen vonalat észlelt, mely szerinte valószínűleg valamely új elemhez tartozik. Tekintve, hogy a calcium, strontium és baryum spectruma egy typushoz tartozik, a mennyiben analog vonalesoportosulások, továbbá éles és elmosódott szélű vonalak mutatkoznak benne: feltehető, hogy a baryumhoz csaknem az identitásig hasonló radium spectruma is hasonló szerkezetű.

Az sem hagyható figyelmen kívül, hogy ezek az új hypothetikus elemek mindig más elemekhez tapadva jelentkeznek. A CURIE-pár a bismuthot találta radioactívnek s benne a polonium jelenlétét feltételezi; GIESEL az ólmot találta radioactívnek és ezt a hozzátapadt poloniumnak tulajdonítja; a radium a baryumhoz és végre a DEBIERNE-féle radioactív elem úgy látszik a titanhoz van tapadva. Mindezen radioactív testeknek egy és ugyanazon forrása van, t. i. az uránércz, melyből analytikai módszerekkel választattak le.

Nehéz feltételezni, hogy léteznek chemiai elemek, melyek már ismert elemektől úgyszólván másban, mint radioactivitásuk révén nem különböznek; melyek chemiai reactionokban részt vesznek és a legkülönbözőbb vegyületekké alakíthatók át a nélkül, hogy a hozzájuk hasonló, ismert elemektől való különbözőségüket csak egy esetben is határozottan elárulnák mással, mint azzal, hogy sugarakat lövelnek ki.

Az előadottakat fontolóra véve, mindinkább azon nézethez hajlottam, hogy ezek a radioactív testek új chemiai elemeket nem tartalmaznak, vagy legalább is oly sokféle új chemiai elem, mint a mennyit az illető vizsgálók feltételeznek, bennök nem fordul elő. Nézetem helyes vagy helytelen voltának kísérleti megvizsgálására abból indultam ki, hogy ezek az állítólagos elemek oly termékekben találtattak, melyeket *analytikai* úton választottak le az uránérczből. Ha tehát pl. a radium nem elem, hanem baryum, a mely uran jelenlétében valamilyen körülmények között radio-

aktivvá válik, akkor lehetségesnek látszik a közönséges baryumot mesterségesen radioaktivvá tenni; más szavakkal: lehetségesnek látszik a radiumnak nevezett és elemnek tartott testet *synthesis* útján előállítani. Abból, hogy mindezek a radioactiv testek uran mellett találtattak, azt lehet sejteni, hogy e testek radioaktivitásának egyik okozója az uran lehet. Ezekben van megjelölve az irány, melyben a kísérletezésnek haladnia kellett.

Kísérleteim kedvező eredménnyel jártak, mert nemcsak igazolták feltevésemet, hogy a baryumot mesterséges úton radioaktivvá lehet tenni, hanem úgy látszik más nehéz fémek is radioaktivvá válhatnak.

A radioactiv baryum előállításáról egyelőre csak annyit említek meg, hogy az synthetikusnak mondható. Részletekbe ebben az előleges jelentésben azért nem bocsátkozom, mert a körülmények, a melyek legkedvezőbbek a képződésére, még nincsenek kellőképpen kísérletileg megállapítva s nem szeretnék olyat közölni, a mit később esetleg helyre kellene igazítanom. Az előállítási mód-ból jelenleg még arra sem tudok következtetést vonni, vajjon a radioactiv baryum csupán módosulása-e a közönséges baryumnak, vagy valamilyen baryumvegyület-e? Minthogy kevés képződik belőle, sok munkába kerül, míg annyi anyagom lesz, hogy tüzetesebb vizsgálatot végezhessek. Jelenleg az activ baryumvegyületek nagyobb mennyiségének előállításával vagyok elfoglalva; de magát azt a konstataált tény, hogy a baryum aktivvá válhatik és így a radiumnak nevezett elem létezése kétségessé válik, eléggé fontosnak tartom, hogy erről a tek. Akadémiának előleges jelentést tegyek.

Áttérek most az általam előállított radioactiv baryumvegyületek sajátságainak rövid ismertetésére. Eddigél csak három vegyületét állítottam elő: a sulfátot, ebből a carbonatot és chloridot.

A radioactiv baryumsulfat az oldatból hígított kénsavval épen úgy, mint a közönséges baryumsulfat, leválik. A csapadék tapadós, finom poralakú; a folyadékban könnyen leüllepszik. Leszűrve, kimosva és izzítva legfeljebb csak abban különbözik a közönséges sulfattól, hogy míg ez utóbbi tiszta fehér színű, az előbbi kissé sárgás.

Annak megvizsgálására, hogy az előállított testek a fotograf-

lemezre ható, láthatatlan sugarakat lövelnek-e ki, kis, 1·5—2 cm. átmérőjű üveghengereket használtam, melyeknek fenekét oda-ragasztott vékony csillámlemez alkotta. Ebbe az edénybe tettem a vizsgálandó testet és reá állítottam fekete papirosba takart SCHLEUSSNER-féle fotograflemezre.

A radioactiv baryumsulfat mindjárt előállítás után aránylag gyengén hat a fotograflemezre, de már ekkor is jelentékenyen erősebben, mint az uranvegyületek. A ható képesség azonban napról-napra fokozódik s a maximumot — úgy látszik — csak hosszabb idő multán éri el. Egyik præparatumom, mely előállítása után közvetlenül csak néhány óra alatt idézett elő a fotograflemezen eléggé erős képet, 10—14 nap mulva már 5 perc alatt, ha nem is erős, de határozott képet adott. Ugyanezt tapasztalta, F. GIESEL, a ki fent idézett értekezésében a radioactiv baryumchloridra nézve, melyet uranérczből állított elő, megjegyzi, hogy activitásának maximumát hosszabb idő mulva éri el.

A radiumsugarak a platincyanbaryumot megvilágítják, illetve tőlük e vegyület phosphorescentiát mutat. A fény gyenge és csak akkor vehető észre, ha szemünket vagy 10 perczig sötétben pihentettük. Az általam előállított activ baryumsulfat ugyanilyen tulajdonságú. A platincyanbaryum a sulfat sugaraitól igen élénken világít s a kissé kipihent szem a fényt azonnal megérzi.

Az ú. n. radiumsugarak — mint azt sokan konstataáltak — vékony fémlemezeken keresztülhatolnak. Én egy krajczárosnak a felét annyira lereszeltem, hogy a megvékonyított rész körülbelül  $\frac{1}{8}$ -rész olyan vastag volt, mint a pénzdarab ép fele. A krajczárt a fekete papirosba burkolt fotograflemez és az activ baryumsulfat közé tettem és 8 óra hosszáig állani hagytam. A lemezt azután előidézőbe tettem s olyan képet kaptam, mely a sugaraknak a rézen való áthatolását határozottan bizonyítja. A lemez ugyanis a pénzdarab le nem reszelt részének megfelelő helyen fehér maradt, a lereszelt résznek megfelelő helyen gyengén megfeketedett s a pénzdarab képe körül erős fekete karika mutatkozott; itt t. i. a sugarak útjába nem állott fém.

A radiumsugarak a levegőt elektromos vezetővé teszik, vagyis — mint most mondani szokás — ionizálják. Az általam előállított activ baryumsulfat sugarai ugyanilyen tulajdonságúak.

Báró EÖTVÖS LORÁND szives volt az e célra szolgáló eszközöket rendelkezésemre bocsátani és az ő intézetében PEKÁR DEZSŐ egyet. tanársegéd közreműködésével végzett kísérletek meggyőztek arról, hogy az általam előállított activ baryumsulfat sugarai és a radium sugarai között e tekintetben sincs lényeges különbség.

Az előállított radioactiv baryumsulfat egy kis részét előleges próbaképen baryumcarbonattá, ezt pedig utóbb baryumchloriddá alakítottam át. Úgy a carbonat, mint a chlorid radioactiveknek bizonyultak.

Ezek azok a tények, a melyeket egyelőre megállapítottam. E tények korántsem elegendők a kérdés tisztázására; de azt nézeitem szerint mégis nagy mértékben kétségessé teszik, hogy az uranérczben új, radioactiv elemek fordulnának elő. Ezt természetesen határozottan kimondani csak akkor lehet, ha a mesterséges radioactiv baryum vegyületei behatóbban tanulmányoztatnak és összehasonlítottatnak az uranérczből előállított megfelelő vegyületekkel. Most még arra nézve sem tudok nyilatkozni, vajjon a radioactiv baryumvegyületekben a baryumelemnek valamilyen módosulása van-e jelen, vagy pedig valamely összetett gyökben foglaltatik, melynek vegyületei radioactivek.

Mindezek és más hasonló kérdések csak a további kísérleti kutatás alapján oldhatók meg.

Végül köszönetemet nyilvánítom ERNYEI ÖDÖN dr. gyógyszerézmester úrnak, a ki segédkezésével megrövidítette a sok időt és fáradságot kívánó munkát.

---

## AZ ORTHOGONÁLIS HELYETTESÍTÉSEK ELMÉLETÉHEZ.

RADOS GUSZTÁV 1. tagtól.

A Mathematikai és Természettudományi Értesítő (1886-ban megjelent) IV. kötetében «A determinánsok elméletéhez» című dolgozatomban egy determináns-tételt állítottam fel és bizonyítottam be (tudtommal legelőször), a mely azóta többirányú alkalmazásnak és újabb bebizonyításoknak tárgya volt.\* E tétel kissé módosított fogalmazásban a következő:

Ha az

$$x_i = a_{i1}x'_1 + a_{i2}x'_2 + \cdots + a_{im}x'_m \quad (A)$$

$(i=1, 2, \dots, m)$

---

\* Így HENSEL K., a jeles berlini matematikus egy 1889-ben a Crelle-Journalban közzétett «Ueber Gattungen, welche durch Composition aus zwei anderen Gattungen entstehen» című értekezésében alkalmazza e tételt. Dolgozatomat nem ismervén, e tételről így nyilatkozik: «Nach einem Satze nämlich, den meines Wissens zuerst Herr KRONECKER in seinen algebraischen Vorlesungen aufgestellt und bewiesen hat, und von dem ich einen anderen elementaren Beweis gegeben habe, besteht nämlich die folgende, wichtige Determinantenrelation:  $|\xi_{hi}\eta_{ik}| = |\xi_{hi}|^n |\eta_{ik}|^n$ ». Crelle-Journal 105. k. 337. l. Ez a relatio az én determinánstételem. A rendelkezésemre álló, KRONECKER algebrai előadása után írt és magától KRONECKER-től revidéált, tehát hiteles füzetben e tételnek nyomát sem találtam.

Ugyancsak HENSEL adta e tételnek új elemi bebizonyítását az Acta Mathematica című folyóirat XIV. kötetében megjelent «Ueber die Darstellung der Determinante eines Systems, welches aus zwei anderen componirt ist» című dolgozatában, a melyben a saját dolgozatomat már felemlíti.

HURWITZ a Math. Annalen 45. k. 389. lapján «Zur Invariantentheorie» című értekezésében ugyanezen tételnek újabb bebizonyítását adja.



és az

$$y_j = b_{j1}y'_1 + b_{j2}y'_2 + \cdots + b_{jn}y'_n \quad (B)$$

lineár helyettesítések egyenleteit rendre szorozzuk egymással, akkor az így keletkező egyenletek:

[illegible]

az

$$x_i y_j$$

$$(i=1, 2, \dots, m; \quad j=1, 2, \dots, n)$$

és

$$x'_i y'_j$$

$$(i=1, 2, \dots, m; \quad j=1, 2, \dots, n)$$

szorzatok között lineár helyettesítést állapítanak meg. Ezt az  $mn$  számú határozatlanra vonatkozó lineár helyettesítést HURWITZ-zal  $\star$  igen találóan *szorzat-helyettesítésnek* fogom nevezni és  $(A \times B)$ -vel jelölni.

Az 1886. évben közzétett dolgozatom e szorzat-helyettesítés determinánsára vonatkozik és *annak a ténynek ad kifejezést, hogy a*

$$P = A \times B$$

szorzat-helyettesítés determinánsa

$$P = |A \times B| = |A|^n |B|^m,$$

a hol  $|A|$ ,  $|B|$ ,  $|P|$  az  $(A)$ , illetve  $(B)$  és  $(P)$  lineár helyettesítések determinánsait jelentik.

Jelen dolgozatomban az orthogonális helyettesítések szorzat-helyettesítéseire vonatkozó, figyelemre méltó észrevételt óhajtanék közölni, a mely a következő tételben talál kifejezést:

Orthogonális helyettesítések szorzat-helyettesítései ismét orthogonális helyettesítések.

\* L. az id. helyen.

A tétel bebizonyítása néhány szóval elintézhető. Legyenek az előbbi (A) és (B) lineár helyettesítések orthogonálisok, akkor

$$\sum_{i=1}^m x_i^2 = \sum_{i=1}^m x_i'^2 \quad 1)$$

és

$$\sum_{j=1}^n y_j^2 = \sum_{j=1}^n y_j'^2 \quad 2)$$

egyenlőségek azonosan vannak kielégítve.

Annak a kimutatására, hogy a

$$P = A \times B$$

helyettesítés is orthogonális, elégséges a

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i y_j)^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i' y_j')^2 \quad 3)$$

egyenlőség helyességét bebizonyítani. De ez önmagától lép evidenciába; ugyanis

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i y_j)^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i^2 y_j^2) = \left( \sum_{i=1}^m x_i^2 \right) \left( \sum_{j=1}^n y_j^2 \right),$$

de ha most 1) és 2)-t figyelembe vesszük:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i y_j)^2 = \left( \sum_{i=1}^m x_i'^2 \right) \left( \sum_{j=1}^n y_j'^2 \right) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i'^2 y_j'^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i' y_j')^2,$$

a mivel 3)-nak helyessége már is be van bizonyítva.

★

Még megjegyezzük, hogy a bevezetésben idézett determinánstételből és az imént bebizonyítottból a következő tételek önként folynak:

1. Ha (A) és (B) egyenes orthogonális helyettesítések (azaz determinánsok +1), akkor a  $P=A \times B$  is ilyen.

2. Ha (A) egyenes és (B) ferde (azaz determinánsa egyenlő -1-gyel), akkor a  $P=A \times B$  helyettesítés egyenes vagy ferde a szerint, a mint  $m$  páros vagy páratlan.

3. Ha  $(A)$  és  $(B)$  mindketten ferde helyettesítések, akkor  $P = A \times B$  egyenes vagy ferde a szerint, a mint  $m+n$  páros vagy páratlan.

Egy további megjegyzés arra a figyelemreméltó körülményre utaljon, hogy a midőn  $(A)$  helyett a legáltalánosabb  $m$ -dimenziós és  $(B)$  helyett a legáltalánosabb  $n$ -dimenziós orthogonális csoport összes helyettesítéseit vesszük, akkor a  $P = (A \times B)$ -ből keletkező  $mn$ -dimenziós orthogonális helyettesítések ismét csoportot alkotnak. Ugyanis könnyű meggyőződni arról, hogy összetett helyettesítések szorzat-helyettesítései egyenlők az összetevők szorzat-helyettesítéseinek összetételével, azaz

$$(AA_1 \times BB_1) = (A \times B)(A_1 \times B_1),$$

a hol  $AA_1$  az  $m$ -dimenziós  $A$  és  $A_1$  helyettesítések,  $BB_1$  az  $n$ -dimenziós  $B$  és  $B_1$  helyettesítéseknek,  $(A \times B)(A_1 \times B_1)$  az  $mn$ -dimenziós  $(A \times B)$  és  $(A_1 \times B_1)$  helyettesítéseknek összetételét jelentik. Minthogy továbbá az  $A$ ,  $A_1$ ,  $B$ ,  $B_1$  helyettesítések orthogonális volta maga után vonja az  $m$ -dimenziós  $AA_1$  és az  $n$ -dimenziós  $BB_1$  helyettesítés orthogonális voltát, tüstént világos, hogy a tekintetbe jövő

$$P = A \times B$$

helyettesítések összessége csoportot alkot. E csoport a legáltalánosabb  $mn$ -dimenziós orthogonális csoportnak, mely  $\frac{mn(mn+1)}{2}$  - tagú (ez LIE terminusa annak a kifejezésére, hogy a csoport  $\frac{mn(mn-1)}{2}$  számú parametertől függ),  $\left[ \frac{m(m-1)}{2} + \frac{n(n-1)}{2} \right]$  - tagú alcsoportja.

Végül legyen szabad tételünket egy példával illusztrálnunk. Legyenek adva az

$$\begin{aligned} x'_1 &= x'_1 \cos. \alpha - x'_2 \sin. \alpha \\ x'_2 &= x'_2 \sin. \alpha + x'_1 \cos. \alpha \end{aligned} \quad (A)$$

és

$$\begin{aligned} y_1 &= y'_1 \sin. \beta + y'_2 \cos. \beta \\ y_2 &= y'_1 \cos. \beta - y'_2 \sin. \beta \end{aligned} \quad (B)$$

két-dimenziós orthogonális helyettesítések, a melyek közül  $(A)$  egyenes,  $(B)$  pedig ferde, akkor tételünk értelmében az

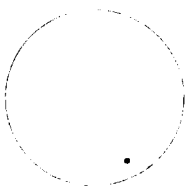
$$\begin{aligned}
 z_1 &= z'_1 \cos. \alpha \sin. \beta - z'_2 \sin. \alpha \sin. \beta + z'_3 \cos. \alpha \cos. \beta - z'_4 \sin. \alpha \cos. \beta \\
 z_2 &= z'_1 \sin. \alpha \sin. \beta + z'_2 \cos. \alpha \sin. \beta + z'_3 \sin. \alpha \cos. \beta + z'_4 \cos. \alpha \cos. \beta \\
 z_3 &= z'_1 \cos. \alpha \cos. \beta - z'_2 \sin. \alpha \cos. \beta - z'_3 \cos. \alpha \sin. \beta + z'_4 \sin. \alpha \sin. \beta \\
 z_4 &= z'_1 \sin. \alpha \cos. \beta + z'_2 \cos. \alpha \cos. \beta - z'_3 \sin. \alpha \sin. \beta - z'_4 \cos. \alpha \sin. \beta
 \end{aligned}
 \tag{P}$$

egyenletek ismét orthogonális helyettesítést határoznak meg, mely a 3. alatt adott tétel értelmében egyenes. Ha ebben az  $\alpha$  és  $\beta$  parametereknek minden lehető értékét megengedjük, akkor a 4-dimensziós orthogonális csoportnak kéttagú alcsoportját kapjuk.

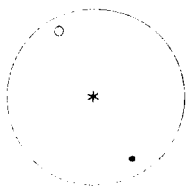
---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 márczius 19.-én tartott üléséből.)

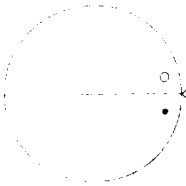
1.



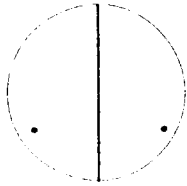
2.



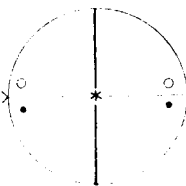
3.



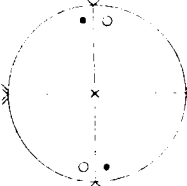
4.



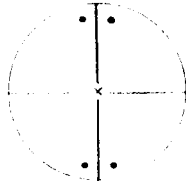
5.



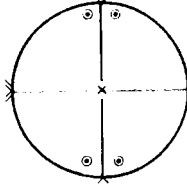
6.



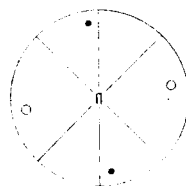
7.



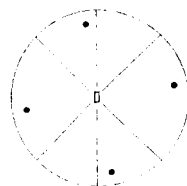
8.



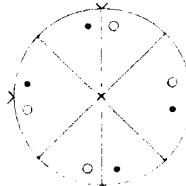
9.



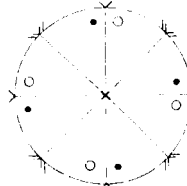
10.



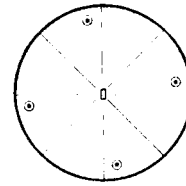
11.



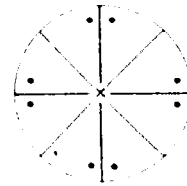
12.



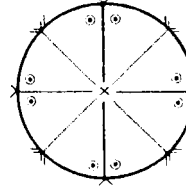
13.



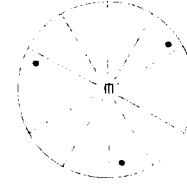
14.



15.

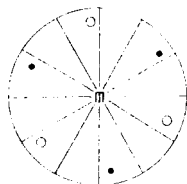


16.

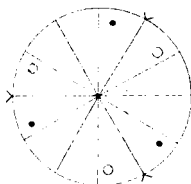




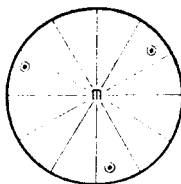
17.



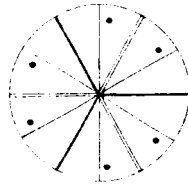
18.



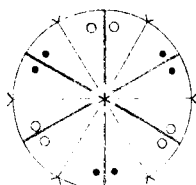
19.



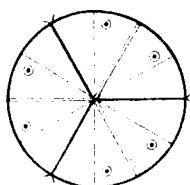
20.



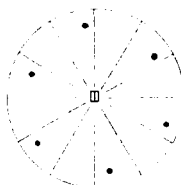
21.



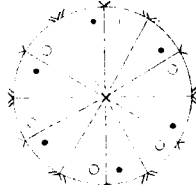
22.



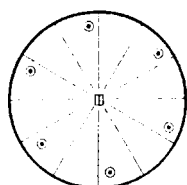
23.



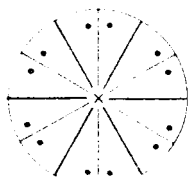
24.



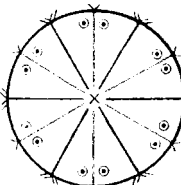
25.



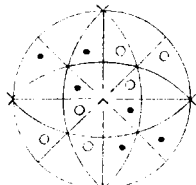
26.



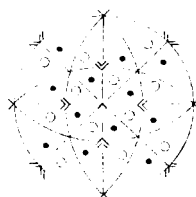
27.



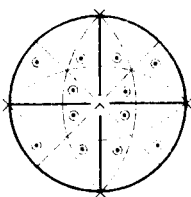
28.



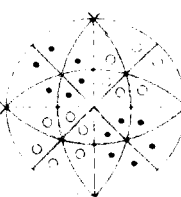
29.



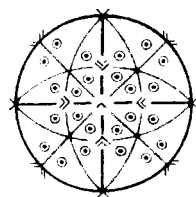
30.



31.



32.







# A TÖRZSSZÁMHA TVÁNY-RENDŰ CSOPORTOK ELMÉLETÉHEZ.

BAUER MIHÁLY-tól.

Legyen  $\varphi$  valamely  $p^a$ -adrendű csoport és legyenek

$$\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r \tag{1}$$

összes  $p^{a-1}$ -edrendű alcsoportjai, akkor, mint ismeretes,

$$r \equiv 1 \pmod{p}.$$

A jelen közleményben ki fogom mutatni, hogy  $r$  közelebbről meghatározva

$$r = \frac{p^{a-r} - 1}{p - 1}, \quad 0 \leq r \leq a - 1.$$

Ez egyenlőségben kifejezett tételt az alatt felállított I. és II. alatti tételekből vezetem le. Megjegyzem, hogy ezek a csoportok szerkezetére vonatkozólag még más adatokat is szolgáltatnak. Ezt az állításomat további közleményekben remélem megerősíthetni.

★

Legyen az (1) alatti csoportok legnagyobb közös osztója  $\vartheta$ , akkor a következő tételek állanak :

I. *A  $\vartheta$  csoport az egységre akkor és csak akkor redukálódik, ha  $\varphi$  oly commutativ csoport, a mely az egységen kívül csakis  $p$ -edrendű elemeket tartalmaz.*

II. *A  $\frac{\varphi}{\vartheta}$  csoport mindig oly commutativ csoport, a melynek az egységen kívül csakis  $p$ -edrendű elemei vannak.*

1. Tegyük fel, hogy a  $\varphi$  csoport nem commutativ, azaz a  $\varphi$ -hez tartozó commutatorok csoportja az egységtől különböző.\*

A  $\frac{\varphi}{\varphi_i}$  csoportok mind  $p$ -edrendűek lévén, commutativek és így a  $\varphi_i$  csoportok mindegyike tartalmazza a commutatorok csoportját.

2. Legyen a  $\varphi$  oly csoport, a melynek van  $p^\beta$ -adrendű eleme ( $\beta > 1$ ). Legyen  $A$  ilyen elem, akkor ennek hatványai  $p^\beta$ -adrendű ciklikus csoportot alkotnak. Jelöljük ezt a csoportot  $\mathfrak{A}$ -val; ismeretes, hogy ennek egy és csak egy  $p^{\beta-1}$ -edrendű alcsoportja van, a melyet  $\mathfrak{B}$ -vel akarunk jelölni. Már most  $\varphi_i$  tartalmazza  $\mathfrak{B}$ -t. Ugyanis lehet, hogy  $\varphi_i$  tartalmazza  $\mathfrak{A}$ -t és akkor ezzel együtt  $\mathfrak{B}$ -t is. Ha  $\mathfrak{A}$ -t nem tartalmazza, akkor  $\varphi_i$ -nek legnagyobb közös osztója  $\mathfrak{A}$ -val egy  $p^{\beta-1}$ -edrendű alcsoport, de ez csak  $\mathfrak{B}$  lehet.

3. A  $\varphi$  csoport oly commutativ csoport, a melynek az egységtől különböző elemei  $p$ -edrendűek. Be fogjuk bizonyítani, hogy ekkor  $\vartheta = 1$ . Legyen a  $\varphi$  csoportnak egy bázisa:

$$A_1, A_2, \dots, A_\alpha,$$

a mely elemekre vonatkozólag feltevésünk szerint

$$A_1^p = A_2^p = \dots = A_\alpha^p = 1.$$

Ha már most  $B$  valamely tetszőleges, az egységtől különböző elem, akkor ki lehet jelölni oly  $p^{\alpha-1}$ -edrendű alcsoportot, a mely  $B$ -t nem tartalmazza. Így pl., ha

$$B = A_1^{r_1} A_2^{r_2} \dots A_\alpha^{r_\alpha}$$

és

$$(r_1, p) = 1,$$

akkor az

$$\{A_2, A_3, \dots, A_\alpha\}$$

elemek minimális csoportja oly  $p^{\alpha-1}$ -edrendű csoport, a mely  $B$ -t nem tartalmazza.

4. Ha  $\vartheta$  csoport rendje  $p^r$ , akkor a

$$\frac{\varphi_1}{\vartheta}, \frac{\varphi_2}{\vartheta}, \dots, \frac{\varphi_r}{\vartheta} \quad (2)$$

---

\* FROBENIUS: Über die Primfactoren der Gruppensdeterminante. (Berliner Sitzungsberichte 1896, p. 1348.)

csoportok nem mások, mint a  $p^{\alpha-\gamma}$ -adrendű  $\frac{\varphi}{g}$  csoportnak összes  $p^{\alpha-\gamma-1}$ -edrendű alcsoportjai. A (2) csoportoknak az egységen kívül közös elemök nem lehet, tehát  $\frac{\varphi}{g}$  valóban oly commutativ csoport, amelynek az egységen kívül csakis  $p$ -edrendű elemei vannak.

5. Az előzők szerint a meghatározandó  $r$  szám nem más, mint a (2) alatti csoportok száma, de ez ismeretes tétel értelmében az

$$r = \frac{p^{\alpha-\gamma}-1}{p-1}$$

alakban fejezhető ki.\*

---

\* L. ZSIGMONDY: Beiträge zur Theorie Abel'scher etc. Monatshefte für Math. und Phys. Bd. 7. Az idézett képletet a p. 207, (2) formulájából kapjuk, ha abban a következő helyettesítéseket végezzük:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha_2 = \dots = \alpha_s = 1 \\ s &= \alpha - \gamma, \quad t = 1 \\ \gamma_1 &= 1, \quad m_1 = s - 1, \quad h_1 = s. \end{aligned}$$


---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 április 23.-án tartott üléséből.)

## HELMINTHOLOGIAI TANULMÁNY.

*Édesvízi entomostrakákban élősködő cercocystisek.*

DADAY JENŐ 1. tagtól.

A galandférgesről régen ismeretes az, hogy fejlődésük különböző szakait más-más gazdaállatban töltik. A lárvák a maguk gazdájának belsejében majdnem szabály szerint hólyagot vagy tömlőt (cysta) alkotnak, a melynek üregét scolexükkel majd csak kis részben, majd pedig csaknem egészen kitöltik, a miért aztán az előbbieneket *cysticercus*, az utóbbiakat ellenben *cysticercoid* névvel különböztetik meg. E két galandféreg-lárva mellé azonban, az újabb vizsgálatok alapján, a BLANCHARD R.-től *cercocystis* névvel megjelölt még egy további is sorakozik (2.), a melynek scolexe a hólyag belső üregét részben vagy egészen kitölti s a hólyag hátulsó csúcsán, szabály szerint, hosszabb vagy rövidebb farknyújtványt visel. A két első galandféreglárva a gerinczes és magasabb rendű gerincztelen állatokból már régebben ismeretes volt, míg az alsóbb rendű rákokban élősködő *cercocystis*-lárvára vonatkozó tudományos ismereteink újabb keletűek.

A *cercocystis*-lárvák legelső példányát v. LINSTOW O. találta meg 1872-ben egy sügér gyomortartalmában édesvízi entomostrakák elnyelt példányainak társaságában s a *Taenia-Drepanido-taenia gracilis* (KRB.) *cysticercusa* s a sügér szabad galandféreg-dajkája gyanánt írta le. (7.) Alig szenved azonban kétséget az, hogy e lárvapéldány csupán az elnyelt entomostrakák valamelyikéből, mint valódi gazdából, jutott a sügér gyomrába s ennek nem volt állandó parazitája. E feltevés helyessége mellett szóló első

bizonyítékot GRUBER A. szolgáltatotta 1878-ban, mikor a Boden tóból halászott *Cyclops brevicornis* CLS = *Cyclops strenuus* FISCH. egy példányában talált *cysticercus*-ról ad hírt. (4.) GRUBERnek e közleménye azonban, valamint a magyarországi szabadon élő evezőlábú rákok magánrajzában (1882–1885) tett ama megjegyzésem is, hogy a *copepodák* egy kis *cysticercus*nak is gazdái (3.), jóformán csak konstatálása annak, hogy galandféreglárvák alsóbb rendű rákokban és specialiter *Copepodák*ban is elősködnék.

A *cercocystisekre*, mint alsóbb rendű rákokban elősködő galandféreglárvákra vonatkozó részletesebb tudományos ismeretek sorát HAMANN O. nyitja meg 1889-ben a *Gammarus pulex*ben talált példányok rövid ismertetésével (5.), a melynek mintegy folytatása gyanánt 1891-ben további vizsgálatainak eredményét közli, (6.) s ennek kapcsán a *Taenia-Drepanidotaenia tenuirostris* (RUD.), *Taenia-Drepanidotaenia sinuosa* (ZED), valamint a *Taenia integra* és *Taenia bifurca* új fajok dajkáinak leírását is adja. A *Gammarus pulex*ben elősködő *cercocystisek* tanulmányozásával különben HAMANN O. után MRÁZEK AL. és v. LINSTOW O. is foglalkozott. MRÁZEK AL. 1890. és 1891. évi dolgozataiban (13., 14.) a *Taenia Hamanni* új faj lárváját ismerteti, a mely mellé aztán 1896-ban egy meg nem nevezett fajé mellett a *Taenia integra* HAM.-ét is feljegyzí (15.). LINSTOW O. 1892-ben a HAMANN O.-tól és MRÁZEK AL.-tól már feljegyzett fajokén kívül a *Taenia pachycantha* és a *Taenia acanthorhyncha* (WEDL.) faj *cercocystiseit* is ismerteti (8.).

A szorosabb értelemben vett alsóbb rendű rákokban vagy *entomostrakák*ban elősködő *cercocystisekre* vonatkozó vizsgálatok sorát, eltekintve a GRUBER A. adatától s az én megjegyzéseimtől, a MRÁZEK AL., SCOTT TH. és ROSSETER T. B. 1890-ben, tehát egvidejűleg megjelent dolgozatai nyitják meg.

MRÁZEK AL. 1890. évi dolgozatában a *Gammarus pulex*ben elősködő s már említett *cercocystiseken* kívül ugyanis leírja a *Cyclops agilis* CLS = *Cyclops serrulatus* FISCH. fajból a *Taenia-Drepanidotaenia fasciata* (KRB.) s a *Cypris ovum* JUR = *Cyclo-cypris laevis* (O. F. M.) és *Cypris compressa* BAIRD = *Cypria ophthalmica* (JUR) fajokból a *Taenia-Dicranotaenia coronula* (DUR.) fajokét is. (13.). Az épen említett adatokat nagy mértékben gazda-

gitja 1891. évi dolgozatával, a melyben összesen 5 galandféregfaj *cercocystis*-ét ismerteti, névszerint a következőket: *Taenia-Drepanidotaenia fasciata* (KRB.), *tenuirostris* (RUD.), *sinuosa* (ZED.), *gracilis* (KRB.) és *anatina* (KRB.), a melyeknek gazdái gyanánt a következő *entomostrakákat* jegyzi fel: *Cyclops viridis* (JUR.), *Cyclops pulchellus* C. K = *Cyclops bicuspidatus* CLS., *Cyclops lucidulus* SARS = *Cyclops vernalis* FISCH., *Cyclops agilis* C. K = *Cyclops serrulatus* FISCH., *Cypris compressa* BAIRD = *Cypria ophthalmica* (JUR.), *Cypris incongruens* RAMD. = *Eucypris incongruens* (RAMD.) (14.). Végre 1896-ban megjelent dolgozatával *cyclopsokból*, *diaptomusokból* és a *Boeckalla brasiliensis* LUB. nevű *copepodából* a *Taenia-Drepanidotaenia lanceolata* (BL.), *setigera* (FRÖL.), továbbá egy el nem nevezett *Drepanidotaenia* és egy *Echinocotyle*-faj *cercocystis*-eit ismerteti s e mellett adatokat nyújt ezek anatómiai viszonyainak ismeretéhez is. (15.)

SCOTT TH. 1890. évi dolgozatában az Edinburgh környékén gyűjtött *ostracodák* felsorolása kapcsán a *Candona-Eucandona rostrata* fajból egy *cercocystist* is említ, a melyet aztán BLANCHARD R. a *Taenia-Drepanidotaenia gracilis* (KRB.) lárvájának ismert fel (1. 25.)

ROSSETER T. B. 1890-ben közzé tett idevonatkozó első dolgozata (17.) a *Dicranotaenia coronula* (DUR) *cercocystis*-ének ismertetését tartalmazza. Ezt követő dolgozataiban még a következő fajok *cercocystis*-eit is bemutatja: *Drepanidotaenia lanceolata* (BL.), *Taenia microsoma*, a melyeken kívül azonban *Cysticercus quadricurvatus* néven egy lárvát is ír le. (18—21.). Mint gazdaállatokat a *Cypris cinerea* BRAD = *Cyclocypris globosa* SARS. és a *Cyclops agilis* C. K = *Cyclops serrulatus* FISCH. fajt jegyzi fel.

BLANCHARD R. 1891. évi két dolgozata közül egyikben (1.) a *Taenia-Drepanidotaenia gracilis* (KRB.) vándorlását ismerteti, illetőleg konstatálja azt, hogy *cercocystis*-e alsóbbrendű rákokban élőszkodik. Második dolgozatában (2.) a ROSSETER T. B. dolgozatai, valamint példányai alapján a ROSSETERTől *Taenia lanceolata* néven leírt galandférget *Echinocotyle Rosseteri* új genus és fajnév alatt ismerteti behatóan.

MONIEZ R. 1891-ben közzétett dolgozata különböző országokból származó alsóbbrendű rákokban talált *cercocystis*-ekről ad

hírt, így a *Dicranotaenia coronula* (Duj.) és a *Drepanidotaenia anatina* (Krb.) fajét angliai és franciaországi *Cypria ophthalmicaból*, *Candona candidaból* és *Eucypris incongruensből*, míg a *Drepanidotaenia gracilisét* chinai *Cypria ophthalmicaból* jegyzi fel (12.).

LINSTOW O. v. 1892-ben megjelent dolgozata (9.) a *Cyclops breviaudatus* Cls. = *Cyclops strenuus* FISC. és *Cyclops crassicornis* M. = *Cyclops fimbriatus* FISC. fajokban talált *cercocystiseket* jegyzi fel, még pedig a *Drepanidotaenia setigera* (FRÖHL.) és *Drepanidotaenia brachycephala* (CREP) fajokét. RICHARD J. ugyancsak 1892. évi dolgozata egy édesvizi *Eurytemorában* talált *cercocystisről* ad hírt (16.); legújabb idevonatkozó dolgozatában (16. a) pedig összeállítja az entomosttrakából ismert galandféreg-lárvák táblázatát.

Nagyfontosságú a *cercocystisekre* vonatkozó ismeretek tekintetéből SCHMIDT J. E. 1894. évi dolgozata (21.), a mely a *Taenia-Drepanidotaenia anatina* (Krb.) *cercocystisének* fejlődésmenetét és anatómiai viszonyait tárgyalja s ez irányban MRÁZEK mellett úttörőnek tekinthető.

A *cercocystisekre* vonatkozó ismeretek sorát végre méltóan kiegészíti s mintegy befejezi a SALMON D. E. szerkesztésében megjelent «Tapeworms of Poultry» 1896-ból, a melynek legtekintélyesebb első részében WARDELL STILES a teljes irodalom felhasználása mellett összefoglaló ismertetést nyújt a vízi madarakban élősködő galandfégekről és ezeknek *cercocystiseiről* (26.). Igen érdekes és egyúttal értékes BRAUN M.-nek, a «Klassen und Ordnungen des Thierreichs»-ban (IV. Bd. WÜRMER. 1898. p. 1607) közölt az a táblázata, a melyben a *cercocystisek* és a megfelelő galandfégek gazdáit állítja össze (2a.).

Újabb időben az *entomosttrakák* tanulmányozása folyamában nagyobb figyelmet fordítottam a bennök élősködő galandféreg-lárvákra is s ez irányú fáradozásaim nem is maradtak eredmény nélkül, a mennyiben nem kevesebb, mint 222 példány *cercocystist* sikerült ez ideig összegyűjtenem, a melyeket aztán tölem telhetőleg minden irányban áttanulmányozni igyekeztem. És miután hazai irodalmunkban ide vonatkozólag még eddig egyetlen közlemény sem látott napvilágot, némileg megokoltnak vélem tanul-

mányaim eredményének közzétételét, annyival is inkább, mert az eddigi ismeretekhez néhány önálló adattal is járulhatok.

A vizsgálataimnál felhasznált anyag legnagyobb része hazai eredetű, a mely a magam, a THALHAMMER JÁNOS és SZALAY GYULA tanár urak különböző időből való gyűjtésének eredménye *Bugacz*, *Félegyháza*, *Kisujszállás* és *Vadkert* termőhelyekről, másik, nem kevésbé tekintélyes része pedig mongoliai eredetű és CSIKI ERNŐ gyűjtötte a «Chermin cagan nor» nevű tóból. A gazda entomostrákák a copepoda- és ostracoda-rendekből kerültek ki s névszerint a következők voltak: *Cyclops vernalis* FISCH., *Diaptomus Alluaudi* GR. R., *Diaptomus asiaticus* ULLJ., *Diaptomus spinosus* DAD. és *Eucandona hungarica* DAD., melyek közül eddig csupán a *Cyclops vernalis* FISCH. volt a cercocystisek gazdája gyanánt ismeretes.

A gazdaállatok és a cercocystisek közötti viszonyt illetőleg megerősíthetem MRÁZEK AL. ama állítását, hogy egy és ugyanazon entomostraca-faj különböző galandféreg-fajok cercocystiseinek lehet gazdája. Így például a mongoliai *Diaptomus asiaticus* ULLJ. fajban öt különböző galandféregnek (*Drepanidotaenia Rátzi*, *Drepanidotaenia mesocantha*, *Taenia Zichyi*, *Echinocotyle Linstowi*, *Echinocotyle polyacantha*) cercocystiseit találtam meg, míg a magyarországi *Diaptomus spinosus* DAD. fajból négynek gyűjtöttem cercocystiseit, névszerint a következőket: *Drepanidotaenia anatina* (KRAB), *Drepanidotaenia gracilis* (KRB.), *Drepanidotaenia lanceolata* (KLB.) és *Echinocotyle Linstowi*. E tekintetből különben az entomostraca-fajokat messze túlszárnyalja a *Gammarus pulex* L., a mely a cercocystiseknek valódi melegágya, a mennyiben belőle ez idő szerint nyolcz galandféregfaj lárvája ismeretes.

De a mint egy és ugyanazon entomostraca-faj több galandféregfaj cercocystiseinek lehet gazdája, épen úgy lehet egy és ugyanazon cercocystisnek több entomostraca-faj gazdája is. E tekintetben első helyen áll aztán a *Drepanidotaenia anatina* (KRAB), a melynek ez idő szerint hét különböző entomostraca-faj gazdája ismeretes. A cercocystisek entomostraca-gazdái különben az eddigi adatok tanúsága szerint kizárólag a copepoda- és ostracoda-rendekből kerülnek ki s a phyllopodák-rendjébe tartozó fajok közül még eddig egyetlenegyben sem találtak. E körül-



ményre különben már MRÁZEK AL. is figyelmeztetett és okát a *cladoceráknál* a két oldalt összenyomott test igen kis terjedelmű üregének tulajdonítja (15. pag. 2.).

Hogy az *entomostrakákban* élősködő *cercocystisek* s illetőleg ezeknek *entomostraca*-gazdái felől általános áttekintést nyújthassak, az irodalom és saját vizsgálataim adatai alapján a következő jegyzékben összefoglaltam első sorban a *cercocystiseket*, másodsorban eddig feljegyzett gazdáikat és végre ezek nevei után a megfigyelő bűvkrét is. A teljesség kedvéért azonban felvettem gazda gyanánt a *Gammarus pulex*-et, illetőleg a belőle ismert *cercocystiseket* is.

- 1 *Dicranotaenia coronula* (Duj.).  
   *Cyclocypris lævis* (O. F. M.). *Moniez, Rosseter.*  
   *Cyclocypris globosa* Sars. *Rosseter?*  
   *Cypria ophthalmica* (Jur.). *Moniez, Rosseter.*  
   *Eucypris virens* (Jur.). *Rosseter?*  
   *Candona candida* (O. F. M.). *Moniez.*  
   *Ostracoda* ... .. *Mrázek.*
- 2 *Dicranotaenia dubia* n. sp.  
   *Diaptomus Alluaudi* Gr. R. *Daday.*
- 3 *Drepanidotaenia lanceolata* (Bloch).  
   *Cyclopidae* ... .. *Mrázek.*  
   *Diaptomus spinosus* Dad. *Daday.*
- 4 *Drepanidotaenia fasciata* (Krab.).  
   *Cyclops serrulatus* Fisch. *Mrázek.*  
   *Diaptomus caeruleus* Fisch. *Mrázek.*
- 5 *Drepanidotaenia gracilis* (Krab.).  
   *Cyclops viridis* (Jur.). *Mrázek.*  
   *Diaptomus spinosus* Dad. *Daday.*  
   *Ostracoda* ... .. *Mrázek.*  
   *Cypria ophthalmica* (Jur.). *Moniez, Mrázek.*  
   *Eucandona rostrata* (Br. Nr.). *Scott.*
- 6 *Drepanidotaenia anatina* (Krab.).  
   *Cyclops vernalis* Fisch. *Daday.*  
   *Diaptomus Alluaudi* Gr. R. *Daday.*  
   *Diaptomus spinosus* Dad. *Daday.*  
   *Eucandona hungarica* Dad. *Daday.*  
   *Ostracoda* ... .. *Mrázek.*  
   *Eucypris crassa* (O. F. M.). *Schmidt.*  
   *Eucypris incongruens* (Ramb.). *Moniez, Mrázek.*  
   *Cypria ophthalmica* (Jur.). *Moniez, Mrázek.*
- 7 *Drepanidotaenia sinuosa* (Zed.).  
   *Cyclops serrulatus* Fisch. *Mrázek.*  
   *Cyclops viridis* (Jur.). *Mrázek.*  
   *Cyclops vernalis* Fisch. *Mrázek, Daday.*  
   *Cyclopidae* ... .. *Mrázek.*  
   *Diaptomus* ... .. *Mrázek.*  
   *Gammarus pulex* L. *Hamann, Linstow, Mrázek.*
- 8 *Drepanidotaenia setigera* (Fröl.).  
   *Cyclopidae* ... .. *Mrázek.*  
   *Cyclops brevicaudatus* Cls. *Linstow, Schmeil.*  
   *Diaptomus caeruleus* Fisch. *Mrázek.*
- 9 *Drepanidotaenia tenuirostris* (Rud.).  
   *Cyclops serrulatus* Fisch. *Mrázek.*

- Cyclops pulchellus FISCH. Mrázek.  
 Diaptomus caeruleus FISCH. Mrázek.  
 Gammarus pulex L. Linstow, Hamann.
- 10 *Drepanidotaenia Rátzi* n. sp.  
 Diaptomus asiaticus ULLJ. Daday.
- 11 *Drepanidotaenia mesocantha* n. sp.  
 Diaptomus asiaticus ULLJ. Daday.
- 12 *Echinocotyle Rosseteri* BLANCH.  
 Cypria ophthalmica (JUR.). Rosseter.
- 13 *Echinocotyle Linstowi* n. sp.  
 Diaptomus asiaticus ULLJ. Daday.  
 Diaptomus spinosus DAD. Daday.
- 14 *Echinocotyle Mrázeki* n. sp.  
 Böeckella brasiliensis LUBB. Mrázek.
- 15 *Echinocotyle polyacantha* n. sp.  
 Diaptomus asiaticus ULLJ. Daday.
- 16 *Taenia Zichyi* n. sp.  
 Diaptomus asiaticus ULLJ. Daday.
- 17 *Taenia tiophallus* ? vide Richard.  
 Cyclopypris globosa SARS. Rosseter ?
- 18 *Taenia microsoma* CREP.  
 Cyclops serrulatus FISCH. Richard ?
- 19 *Taenia torulosa* BATSCH.  
 Cyclops brevicandatus CLS. Richard ?
- 20 *Taenia venusta* ROSS.  
 Cyclopypris globosa SARS. Rosseter.
- 21 *Taenia brachycephala* CREP.  
 Cyclops fimbriatus FISCH. Linstow.
- 22 *Taenia* sp. ?  
 Cypria elongata CLS. Richard ?
- 23 *Taenia* sp.  
 Eurytemora lacinulata FISCH. Richard.
- 24 *Taenia integra* HAM.  
 Gammarus pulex L. Hamann, Linstow, Mrázek.
- 25 *Taenia Hamanni* MRÁZ.  
 Gammarus pulex L. Mrázek, Linstow.
- 26 *Taenia* sp.  
 Gammarus pulex L. Mrázek.
- 27 *Taenia bifurca* HAM.  
 Gammarus pulex L. Hamann, Linstow.

E sorozat adatai szerint tehát, a *Gammarus pulex*et is beleszámítva, 21 *entomostraca*-fajból, a közelebbről meg nem nevezett két fajjal együtt, 27 galandféregfajnak *cercocystise* ismeretes.

A *cercocystisek* a megtalált gazdaállatnak testüregében helyezkednek el és jelenlétük, természetesen, nem kis mértékben hat annak szervezetére. Mindenek előtt az izomzat elcsenevését s általában a gazda egész testének nagyfokú átlátszóságát eredményezik. E mellett azonban nemcsak hogy megakadályozzák a gazdaállat szaporító szerveinek kifejlődését, hanem azokat teljesen tönkre is teszik, helyüket maguk foglalják el. A *cercocystisek* fejlődésének előre haladása, cystájuknak tekintélyes megnagyobbodása végre a gazdaállat belcsatornájának tönkremenetelét s ezzel együtt végpusztulását is előidézhethi.

Leggyakoribb eset az, hogy egy-egy gazdában csupán egy

*cercocystis* üt tanyát, de mint azt már MRÁZEK AL. is konstataulta és magam is több alkalommal észleltem, az sem tartozik a ritkaságok közé, hogy egynél több is (3—4) élősködik egyidejűleg ugyanegy gazdában. Sőt az is előfordul, hogy ugyanegy gazdában egyidejűleg több, különböző galandféreg-faj *cercocystise* is élősködik. Ilyen esetet jegyzett fel MRÁZEK AL., a ki egy *Diaptomus*-ban egyszerre négy különböző galandféreg-faj *cercocystiseit* találta (15. p. 6.); de a *Diaptomus asiaticus* ULLJ. s a *Diaptomus spinosus* DAD. egyes példányaiban magam is észleltem 2—3 fajnak *cercocystiseit*. Úgy látszik, hogy minél nagyobb testű a gazdaállat és minél terjedelmesebb testének belső ürege, annál több *cercocystis*-nek szolgálhat menedékhelyül.

A kis *entomostraca*-gazdáknak a *cercocystisekkel* való aránylag meglehetősen gyakori, sőt néha tömeges infectiojának természetes oka az illető galandféregfajok fejlődésmenetében rejlik. A *cercocystisek* kifejlődött galandférgének gazdaállatai ugyanis, a vizsgálatok kétségteljesen adatai szerint, a vízi madarak: lúdak, kacsák, búvárok, sirályok stb., a melyek a vizekre való letelepedésük alkalmával ürülékükkel a bélcsatornájukban élősködő galandférgek petéit is a vízbe rakják le. Innen kerülnek be aztán a peték s illetőleg a kis embriók a vizet népesítő kis *entomostrakákba*, mint köztigazdába s illetőleg mint a *cercocystisek* gazdáiba. A vízben úszkáló madarak táplálékuk keresése alkalmával, könnyen beláthatólag, elnyelhetik a *cercocystisektől* inficiált *entomostrakákat* s így önönmagukat fertőzik meg a megfelelő galandféregfajjal. Miután pedig a vízi madarakban nem csupán egy, de több galandféregfaj élősködik s ezek egyidejűleg egyszerre számos petét érlelnek, könnyen elképzelhető a kis *entomostrakák*-nak több galandféregfajjal, vagy ugyanegy faj több *cercocystise*-vel való megfertőzése. Ez a körülmény aztán, tekintettel az *entomostrakák*-nak és a vízi madaraknak általános zoogeographiai elterjedésére, megadja a magyarázatot arra is, hogy miért bírnak az *entomostrakákban* élősködő *cercocystisek* s illetőleg a vízi madarak galandféregfajai oly nagy elterjedéssel, miért találhatók ugyanazon *cercocystisek* Európa különböző országaiban, sőt más világrészekben tenyésző alsóbbrendű rákokban is.

Az előbbiek alapján pedig nyilvánvaló az, hogy csakis oly

állóvizek *entomostrakáiban* kereshetjük a *cercocystiseket*, a melyek vízi madarak állomáshelyeiül szolgálnak, illetőleg a melyeket a vízi madarak gyakran, vagy állandóan látogatnak. Ebből magyarázom én ki azt, hogy miért sikerült nekem a mongoliai «Chermin cagan nor»-ból, továbbá a félegyházi, vadkerti stb. állóvizekből való *entomostrakákban*, főleg *diaptomusokban*, oly sok *cercocystist* összegyűjtenem, míg számos más termőhelyről származó példányokban egyet sem találtam. De ezenkívül arról is meggyőződtem, hogy a *cercocystiseknek* az *entomostrakákban* való előjövetele és illetőleg gyakorisága az évnek csak bizonyos szakaihoz kötött. A míg ugyanis a félegyházi vizekből június folyamában és július elején gyűjtött *diaptomusokban* számos *cercocystist* találtam, addig az ugyanazon termőhelyről szeptemberben gyűjtöttekben egyetlen egyet sem sikerült látnom. E körülmény aztán arra enged következtetést, hogy a vízi madarak galandférgel a tavasz folyamán érlelik petéiket tömegesen, a *cercocystisek* a tavaszi *entomostraca*-generatiókat lepik meg, vagyis az illető galandféregfaj vándorlása a közti gazdán át a főgazdába, az *entomostrakákból* a vízi madarakba, a tavasz és nyár folyamán történik. Igen valószínűnek tartom azt, hogy a *cercocystisek* galandférgel tavasszal, épen a gazda vízi madár költése idején válnak ivaréretteké, és petéiknek a külvilágba kerülése majdnem meghatározott időben és ideig tart, talán összeesik a fiatal madaraknak a vízbe jutásával. A fiait a vízre vezető öreg lúd, kacs, búbos stb. első sorban az *entomostrakákat* a *cercocystisekkel* s ezek közvetítésével másodsorban saját fiataljait inficiálja a megfelelő galandféreggel. Miután pedig tudvalevőleg az *entomostrakáknak* egy nyár folyamában számos, egymást felváltó generatiojuk van, könnyen belátható az, hogy a jóval a galandféreg peteérlelése utáni időben fejlődött nemzedék nem jut *cercocystisekhez* s az említett félegyházi esetnek magyarázatát épen ebben látom. De az *entomostrakák cercocystis*-mentességét előidézheti az is, ha a galandféreggel inficiált madár nem a galandféreg peteérlelése idején, hanem későbbben jutott az *entomostrakáktól* benépesített álló vízhez.

Igen valószínűnek tartom azonban azt is, hogy az *entomostrakáknak cercocystisekkel* való inficiálása a madarak vándor-

vonulásával is kapcsolatban áll s ez teszi lehetővé egyfelől a megfelelő galandféregnek számos vízi madárfaj egyéneibe való jutását, másfelől nagy zoogeographiai elterjedését. E feltevésemet a mongoliai «Chermin cagan nor»-ból származó adataim támogatják, főleg pedig azért, mert a rendelkezésemre állott anyag épen a madárvonulás idején, szeptember hóban (13.-án) gyűjtetett.

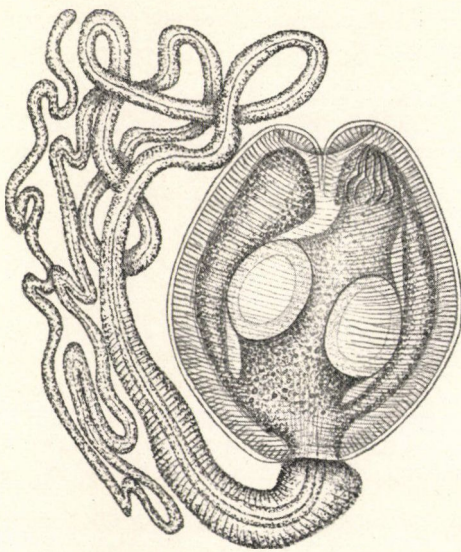
### A cercocystisek általános szervezeti viszonyai.

Az *entomotrakákban* elősködő *cercocystisek* typusos és egyúttal leggyakoribb példányai, mint már említettem volt, külsőleg a *tömlőre* (cysta) és a *farkra* tagolódtak, de nem ritkák az olyan példányok is, a melyeknek teste szembetűnőbb tagoltságot mutat s ezen az alapon, mint azt már SCHMIDT J. E. is tette (24.), *visszahúzódtak* és *kibontakozottak* különböztethetünk meg. Mindkettő majd külön-külön gazdában, majd pedig ugyanabban s egyidejűleg található.

A *visszahúzódtott cercocystis tömlője* csaknem mindig majd többé-kevésbé gömb-, majd kisebb-nagyobb mértékben tojásforma, utóbbi esetben elől és hátul néha egyformán csúcsos, néha elől vagy hátul szélesebb, leggyakrabban azonban elől hegyesebb, de alakja, mint azt MRÁZEK AL. ellenében SCHMIDT J. E. már hangsúlyozta (24. p. 71.) s mint azt magam is konstatálhatom, az egyes fajokra nem, vagy alig jellemző és változatosságát a külső körülmények nagy mértékben befolyásolják. Egyik általános jellemvonása az, hogy mellső csúcsán meglehetősen feltűnő bemélyedés van, minek következtében az átellenesen kiinduló farkkal némileg kocsányos almához hasonlít (1. ábra). Nagysága a fajok szerint ugyan kis mértékben állandó, de mégsem annyira, hogy jellemzőnek lenne tartható, s mint azt SCHMIDT J. E. is konstatálta, a fejlődés foka s a táplálkozási viszonyok nagy mértékben befolyásolják. Ez magyarázza meg azt, hogy ugyanabban az egy gazdában miért találhatunk néha ugyanazon fajhoz tartozó különböző nagyságú példányokat s a nagyobb gazdák belsejében miért nagyobbak az ugyanazon fejlődéskorú *cercocystisek*, mint a kisebb gazdában. A tömlő színe felől, miután én csupán borszeszben konzervált s így természetesen színüket vesztett példányokat vizsgáltam, érdem-

legesen nem nyilatkozhatom, de MRÁZEK AL.-tel szemben, a ki a szint bizonyos fokig a jellemek közé sorolja, SCHMIDT J. E. azon felfogásához csatlakozom, a mely szerint a tömlőnek néha mutatózó színe csupán a gazdaállat tápnedveinek színétől származik s így mint esetleges, egyáltalán nem jellemző (24. p. 70.).

A *tömlő falazata* első tekintetre a fajok szerint változó vastagságú, átlátszó öv gyanánt tűnik fel, de erősebb nagyítások alkalmazásával azon kívülről befelé haladó sorrendben bizonyos



1. ábra. *Drepanidotaenia lanceolata* (RUD.) cercocystise.

rétegeket különböztethetünk meg. SCHMIDT J. E. a *Drepanidotaenia anatina* (KRAB.) cercocystisének tömlőfalazatán a következő négy réteget különböztette meg: 1. külső kutikulaburok; 2. gyűrűs izomréteg; 3. külső, tömöttebb és 4. belső, lazább parenchyma réteg. (24. p. 71—72.) MRÁZEK AL. a *Taenia integra* HAM. cercocystisén végzett vizsgálatai folyamában (15. p. 9—10.) azonban az előbbiekén kívül még egy hosszirányú rostokból álló réteget s egy belső vékony kutikulaburkot is

megkülönböztetett. Ugyanilyen eredményre jutottam tanulmányaim során magam is, illetőleg a tömlő falazatán a következő hat réteget találtam: 1. a *külső kutikulaburkot*; 2. a *gyűrűs rostok rétegét*; 3. a *hosszirányú rostok rétegét*; 4. a *külső parenchymaréteget*; 5. a *belső parenchymaréteget* és 6. a *belső kutikulaburkot*.

A *külső kutikulaburok* a rendelkezésemre állott cercocystisek valamennyiénél meglehetősen vékony, általában alig haladja meg a 0·003 — 0·005 mm. vastagságot; az aránylag legvastagabbat a

*Drepanidotaenia lanceolata* (RUD) *cercocystise*inél találtam (1. ábra). A vizsgált példányok között egyetlenegy sincs olyan, a melynek külső kutikulaburkán valamelyes szerkezetet tudtam volna megkülönböztetni. Csupán a *Drepanidotaenia lanceolata* (RUD) *cercocystise*inek kutikuláján láttam hosszirányban futó redőket s illetőleg keskeny tarajokat, de ezeket csak a konzerválás folyamában, a külső hatásokra keletkezett termékeknek tekintem. Minden *cercocystis* külső kutikulaburka különben első tekintetre finom likaeskáktól áttörtnek látszik, de e likaeskák, mint azt MRÁZEK AL. korábbi felfogása ellenében SCHMIDT J. E. már kimutatta (24. p. 72.) s mint arról magam is minden kétséget kizárólag meggyőződtem, nem likaescsatornáknak nyílásai, nem a külső kutikulaburok tartozékai, hanem az alatta fekvő gyűrűs rostok optikai átmetszeti képei, a miről a mikroszkop tubusának különböző fokú mélyítése és emelése könnyen meggyőz. (1. ábra.) A külső kutikulaburoknak azt a legkülső, tehát fölületi rétegét, a melyet MRÁZEK AL. legújabb dolgozatának következő mondatával: «Die äussere mächtige glashelle Schicht, die SCHMIDT für die Cuticula hält, ist dies nicht, sondern wir könnten sie höchstens als die äusserste stark modifizierte, schleimartig degenerierte Schicht derselben betrachten» (15. p. 12.) erősen módosult, nyálkásan elváltozott kutikulának nyilvánít, megkülönböztetnem nem sikerült s így a SCHMIDT J. E. felfogásához kell csatlakoznom.

A *gyűrűs rostok* rétege a cysta falazatának legfeltünőbbje s a különböző *cercocystise*ken igen változó vastagságú. A tölem vizsgált példányok között a legerőteljesebben fejlettet a *Drepanidotaenia lanceolata* (RUD.) és *Drepanidotaenia gracilis* (KRAB) *cercocystise*in, míg leggyengébbet a *Dicranotaenia dubia* (n. sp.). *Drepanidotaenia anatina* (KRAB.) és *sinuosa* (ZED.) fajokon láttam. Az egyes rostok mindig egymástól egyenlő távolságban fekszenek és jóformán egyforma vastagok, leggyakrabban csupán egy rétegben sorakoznak, ritkábban azonban több réteget is alkotnak.

A *hosszirányú rostok* rétege az előbbeninél vékonyabb és rostjai sem oly feltűnőek. Mint említettem volt, a cysta falazatának e rétegét legelőször MRÁZEK AL. látta a *Taenia integra* HAM. *cercocystis*éből készített metszeteken. Én vizsgálataim folyamában számos példányon különböztettem meg; de optikai átmetszetben

nem tűnnek fel oly mértékben, mint fölületes beállításnál. Legkönnyebben felismerhetők a cysta hátulsó negyedében, de hogy egy, avagy több réteget alkotnak-e, azt pozítive megállapítanom nem sikerült, az utóbbit azonban valószínűbbnek tartom s MRÁZEK AL. észleletei is ezt látszanak bizonyítani (15. p. 9—10.).

A *külső parenchyma*-réteg közvetetlenül megfekszi a hosszirányú rostok rétegét, de nem mindenütt egyenlő vastag. Legvastagabb a cysta mellső végén s illetőleg a betüremlés közelében, valamint a cysta hátulsó végén, főleg pedig a fark eredési pontja táján, míg a két végpont között többé-kevésbbé elvékonyodott. Vastagsága azonban igen tág korlátok között változik s nem lehetetlen, hogy egyfelől a *cercocystis* fejlődési fokával, másfelől pedig táplálkozási viszonyaival függ össze. A parenchym-sejtek néha, különösen pedig a fölületesebben fekvők, igen jól megkülönböztethetők, leggyakrabban azonban körvonalaik egészen elenyésztek és helyükön kisebb-nagyobb gömbölyű, sötétebb testecskék lépnek fel.

A *belső parenchyma*-réteg tulajdonképen az előbbinek csupán folytatása, mint arról bármelyik *cercocystis*-példányon meggyőződhetünk s a cysta mellső végétől kiindulólág, többé-kevésbbé vékonyodva annak hátulsó negyedéig terjed, itt pedig a cysta belső üregét kisebb-nagyobb mértékben kitöltő scolex állományába megy át. E réteg sejtjeinek határvonalai mindig elenyésztek s a belőlük keletkezett szemecskés állomány mészttestecskéket tartalmaz, a melyeknek száma egyénenként változik. A míg ugyanis számos oly példányt találtam, a melyeknek belső parenchyma-rétege egyetlen mészttestecskét sem tartalmazott, addig találtam olyanokat is, a melyeknek nagy számmal fejlett mészttestecskéi majdnem egészen elnyomták a szemecskés állományt. A mészttestecskék fellépése valószínűleg bizonyos kapcsolatban áll a *cercocystis* fejlettségének fokával, sőt talán a táplálkozási viszonyokkal is. A mennyire változatos a mészttestecskék előjövele, épen annyira változatos nagyságuk, alakjuk és szerkezetük is. Leggyakoribbak a többé-kevésbbé tojás- és gömbformák; az előbbenieken rendesen egy megnyúlt, szintén bizonyos fokig tojásforma központi magot s aztán e körül elhelyezkedett peripherikus réteget különböztethetünk meg, míg az utóbbiak egy sötétebb, változó számú, göm-



bölyü, de kis magot tartalmazó központi s egy átlátszó fölület részletre tagolódtak. Az egyes mésztestecskék nagysága igen tág határok között ingadozik, a mennyiben a 0.003 mm. nagytól kezdve a 0.009 mm. nagykig minden átmenetet megtalálhatunk.

A két parenchyma-réteg között, a melyek különben a fejlődés igen korai szakában végbemenő invaginatio következtében megkettőződés folytán jöttek létre, valószínűleg folyadékkal telt kisebb-nagyobb hézag van, mely legterjedelmesebb s így legfeltűnőbb a cysta mellső végén a betüremlés körül, továbbá hátsó végén a fark és a scolex alapja között. SCHMIDT J. E. a két parenchyma-réteg között egy vékony rostos réteget tételez fel (24. p. 72), a melyet azonban vizsgálataim folyamában egyetlen egyszer sem bírtam megtalálni, sőt előjövételét kizártnak tartom.

A *belső kutikula*-réteg tulajdonképen csupán a külsőnek folytatása s nemcsak a cysta *belső* üregének falazatát burkolja, hanem átterjed a belsejét kitöltő scolexre is, a melynek külső takaróját alkotja. A búvárok közül MRÁZEK AL. volt az egyedüli, a ki legújabb dolgozatának a *Taenia integra* HAM. szöveti szerkezetére vonatkozó tanulmányai során a cysta falazatának e rétegét is felismerte. (15. p. 10). Szerinte e kutikula-rétegben még hosszirányú és gyűrűs izomrostok is vannak, mint ezt e mondata is bizonyítja: «In ihr finden sich schon wirkliche Muskelfasern, sowohl æquatoriale als auch meridionale»; de én ezeket megkülönböztetni nem tudtam s csak annyit konstatálhattam, hogy a külső kutikula-burok alatt fekvő gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege a cysta tölcésrszerű bemélyedésén túl nem terjed (1. ábra).

A cysta falazatától határolt üreg a *scolexet* tartalmazza s a már említett tölcésrszerű bemélyedésen át a külvilággal állandó közlekedésben áll, néha azonban a tölcésér falazatának egybeolvadása következtében teljesen körülzárt is lehet, a mit különben a tölem vizsgált példányok egyikénél sem tapasztaltam.

A *scolex* a rendelkezésemre állott összes példányokon a cysta *belső* parenchyma-rétegével szoros kapcsolatban áll, illetőleg ennek egyenes folytatása s a cysta *belső* üregét a különböző fajok *cercocystiseinél*, sőt még ugyanazon faj különböző példányainál is a fejlettség foka, vagy a fekvés szerint részben vagy egészen kitölti. Főtömege ugyanolyan állomány, mint a *belső* parenchyma-

rétégé, a mi különben fejlődése révén egészen természetes, de másztetescskéket benne megkülönböztetnem nem sikerült s ilyenekről MRÁZEK AL. és SCHMIDT J. E. sem tesz említést. Fölületét a cysta falazatának már említett belső kutikula-burka födi, a mely alatt azonban a gyűrűs- és hosszirányú rostokat megkülönböztetnem nem sikerült.

A scolexen a legegyszerűbb esetben *nyakat* és *fejet* különböztethetünk meg, a melyekhez számos példányon még a fejről emelkedő *rostellum* is csatlakozik. A *nyak* tulajdonképen az egész scolexnek a belső parenchyma-réteggel összeköttetésben álló alaprésze, mely a rendelkezésemre állott *cercocystis*-példányok majdnem valamennyiénél tagolatlan, csupán a *Drepanidotaenia anatina* egy példányánál mutatkozott rajta a strobilálódásnak némi nyoma. De nem tartom lehetetlennek azt sem, hogy az észlelt befűződések nem a valódi strobilálódásnak, hanem csupán a konzerválás folytán keletkezett redősödésnek az eredményei. A majd hosszabb vagy rövidebb, majd vékonyabb vagy vastagabb és legtöbbször egyenesen a cysta nyílása felé irányuló nyakon, mint kocsányon ül a fej, a mely a példányok legnagyobb részénél többé-kevésbbé gömbforma, néha azonban hossztengelye irányában kissé megnyúlt is lehet. A fej a legegyszerűbb esetben tömlőhöz hasonlítható, melynek fölületén a négy *szívókorong*, belsejében pedig a *rostellum* és *horgai*, továbbá a parenchymában fekvő *kiválasztó edények* foglalnak helyet.

A *szívókorongok* alakja és szerkezete a különböző fajok *cercocystisei*nél igen tág korlátok között változik, de fajonként majdnem jellemzőnek mondható. Alakjuk legtöbbször többé-kevésbbé tojás-, ritkábban korongforma. Fölületük egyes esetekben síma, legtöbbször azonban kutikula-sörtékkal, vagy tüskékkal, esetleg horgocskákkal gyéribben vagy tömöttebben fedett. E tekintetben különben legfeltűnőbbek az *Echinocotyle*-genushoz tartozó *cercocystisek* szívókorongjai, a melyeknek szegélyén harántsorokba rendeződött különböző számú horgocskák emelkednek. Találunk aztán a *cercocystisek* között olyanokat, a melyeknek szívókorongjai egész fölületükön tüskések és viszont olyanokat, a melyeknek szívókorongjai csupán közepükön viselnek sörtéket.

A *rostellum* tulajdonképen csakis akkor ismerhető fel, ha

rendes helyéről, a fej belsejéből kinyomult a cysta üregébe, míg eredeti helyzetében jóformán csupán a *horgai* mutatják jelenlétét. Az előbbi esetben aztán igen különböző helyzetbe juthat; majd csupán a fej mellső részén emelkedő csúcsocskának látszik, főleg ha nem hagyta el egészen a fej üregét, majd pedig a fej belsejéből teljesen kinyomulva a cysta tölcsernyílása felé tekint, vagy oldal-helyzetbe jut oly formán, hogy csúcsával hátrafelé néz, mely esetben horgai egészen megfordított helyzetbe kerülnek, csúcsuk áll a cysta tölcsernyílása felé.

Ha a rostellum a fej belsejét nem hagyja el, mint említettem, horgairól ismerhető fel legkönnyebben, de legtöbbször körvonalai is elárulják, a mennyiben kutikula-burka éles íves vonalnak látszik, állománya pedig világosan szemecskézett tömeget alkot s még könnyebben felismerhető akkor, ha a fej állománya nem simul teljesen hozzá, úgy, hogy közte s a fej állománya között kisebb-nagyobb hézag marad fenn, a milyen esetet a *Drepanidotaenia sinuosa* (ZED.) *cercocystisén* észleltem. A mikor a rostellum nem hagyja el a fej belsejét, a horgok alatt egy tömlőforma, világosan szemecskézett képlet tűnik fel, a melyet a korábbi búvárok közül már LINSTOW O., MRÁZEK AL. és SCHMIDT J. E. is megfigyelt s a melyet ez utóbbi bűvár hártától világosan határolt *rostellaris zacskó* gyanánt ír le. (24. p. 73.) Éme tömlőforma képlet, mint arról vizsgálataim, különösen pedig a kibontakozott *cercocystiseken* tett megfigyeléseim folyamában meggyőződőnm sikerült, nem hártától körülzárt *rostellaris zacskó*, hanem tömlőforma sejtek, talán mirigyek összege, a melyek világosabban szemecskézett állományukkal s a behúzódtott rostellum burkának megkettőződésével a zacskónak csak optikai képét mutatják, de valóságban zacskót nem alkotnak. És e felfogásomban megerősítenek engem azok az ábrák, a melyeken LINSTOW O. a *Taenia pachycantha* s a *Taenia acanthorhyncha* cysticercusának scolexét mutatja be, különösen pedig az utóbbiról adott ábra, a melyen a rostellum tömlőforma sejteinek körvonalaait éles vonalak mutatják (11. Taf. 15. Fig. 27. 31.) Hogy a tömlőforma sejtek, melyeknek belsejében gömbölyű mag, világosan szemecskézett protoplasma és erősebben fénytörő cseppcsekék különböztethetők meg, milyen feladatot végeznek, azt eldönteni nem lehet, de nem tartom lehe-

tetlennek, hogy a mirigyek szerepét játszzák és váladékuk vagy ragasztó anyag, vagy a horgok kutikulaállományát szolgáltatja, egészben pedig emlékeztetnek a *rotatoriák* ragasztó- s a *turbellariák* garatmirigyeire.

A rostellum *horgai* tudvalevőleg, a mint azt a mellékelt rajzok is mutatják, minden *cercocystis*-nél úgy külső formájukban, valamint számukkal is fajonként igen változatosak s az eddigi adatok szerint a kifejlődött galandférgekével annyira egyezők, hogy a faj megállapításánál a legbiztosabb támasztó pontot nyújtják. Fekvésük, mint említettem, ugyanazon faj *cercocystis*-einél sem állandó, a rostellum helyzetével szoros kapcsolatban áll s így fajmegkülönböztetésre támasztópontul nem is szolgálhat. Minden egyes horgon különben *alapi* vagy *basalis* és *csúcsi* vagy *apicalis* részletet különböztethetünk meg. Az *alapi* részlet a fajok legnagyobb részénél majdnem oly hosszú, mint a csúcsrészlet, sőt néha hosszabb is, némánál azonban jóval rövidebb s nem is különült el élesebben, mint különösen a *Drepanidotaenia gracilis* (KRAB) fajnál. A *csúcs* részlet a rendelkezésemre állott fajok legtöbbjénél egyszerűen végződik, míg a *Dicranotaenia dubianál* kétágú. (3. ábra.)

Mint érdekes esetet fel kell említenem a *Drepanidotaenia lanceolata* (BLOCH) egy *cercocystis*-példányát, a melynek cystájában két horogcsoportot találtam. Az egyik horogcsoport a cysta tölcsernyilásában, míg a másik a fej belsejében s illetőleg a rostellumon fekszik. A kettős horogcsoport jelenlétét én csakis úgy tudom megmagyarázni, ha feltételezem azt, hogy e *cercocystis* scolexe egyszer már kibontakozott volt a cysta belsejéből, de aztán megint visszahúzódott s ekkor horogkoszorúja a tömlő tölcsernyilásába szorult, illetőleg itt leszakadt, ennek helyére pedig a fej belsejébe ismét teljesen visszahúzódott rostellumon, valószínűleg a tömlőforma sejtek közreműködésével, új horogkoszorú fejlett ki. S e feltevésemben megerősítenek SCHMIDT J. E. vizsgálatai is, a mennyiben neki sikerült megfigyelnie a kibontakozott *cercocystis*-nek a cystába való visszahúzódását. (24. p. 76.)

A fej parenchymájában fekvő *kiválasztó edényrendszer*, a parenchymának meglehetősen átlátszatlansága miatt, a rendelkezésemre állott *cercocystis*-példányok egyikén sem birtam minden részletében világosan megkülönböztetni s a MRÁZEK AL.-tól és

SCHMIDT J. E.-től nyújtott adatokat bővíteni semmivel sem tudom. A fej belsejében fekvő s a visszahúzott rostellumot és ennek horogkoszorúját övedző *gyűrűsedény* körvonalait több példányon sikerült észrevennem, de az *oldaledények* közül csak az egyik párnak láttam körvonalait s még ezeket sem sikerült teljes lefutásukban követhetnem.

A *fark*, a *cercocystisek* eme annyira jellemző függelléke, mint említettem, a cysta hátulsó csúcsán, mindig a tölcsernyílással átellenben indul ki a cysta falazatának kis mértékben tölcéserszerű bemélyedéséből s tulajdonképen nem egyéb, mint a tömlőfalazat külső parenchyma-rétegének folytatása. Rendesen ostorforma, distalis vége felé fokozatosan vékonyodik, gyakran azonban helyenként befűződik s ennek következtében bogosnak lászik. Hossza a fajok, sőt példányok zerint is igen tág határok között változik. Leghosszabb farkot a *Dicranotaenia dubia* és *Drepanidotaenia lanceolata* (BLOCH) fajoknál, legrövidebbet pedig a *Drepanidotaenia amatina* (КРОБ) egy *cercocystis*-énél láttam, a mennyiben az előbbenieké a cysta hosszát többszörösen fölülmúlta (1. és 3. ábra), az utóbbié ellenben a cysta hosszát nem érte el egészen. Az első esetben a fark vagy kúszáltan gomolyított, mint a *Drepanidotaenia lanceolata*é (1. ábra), vagy rendes helyzetben pörgén fölcsvart, mint a *Dicranotaenia dubia*é (3. ábra), az utóbbi esetben többé-kevésbé kigyózó, vagy pedig egyenesre nyúlt. A fark állománya majd parenchyma-sejtekből, majd pedig csupán szemecskés protoplasmából áll. Igen sajátosságos szerkezetűnek találtam a *Drepanidotaenia lanceolata* (BLOCH) farkát, a mennyiben szemecskés állományában egy központi tengely fut végig, a mely tömöttebb, sötétebb színű plasmaburokból s ennek belsejében fekvő zsinegből áll (1. ábra). A kiválasztó edénytörzseket minden igyekezetem daczára sem birtam egész biztosan megkülönböztetni, csupán egy-két esetben sikerült olyanforma vonalakat látnom, a melyekről feltételezhetem, hogy kiválasztó edények egyes darabkái voltak. Épen így nem birtam felismerni a fark végén fekvő lüktető, illetőleg kivezető hólyagot sem, daczára annak, hogy számos példánynak farkát a maga egészében sikerült kipreparálnom. Ennek okát különben annak tulajdonítom, hogy én csupán konzervált példányokat vizsgáltam, a melyeknek farkállománya s ezzel együtt

kivezető hólyagja is a konzerválás következtében a felismerhetlenségig összehúzódott. Számos példány farkának felületén, még pedig majd elszórtan, majd pedig a distalis csúcs közelében, megtaláltam az embryonalis horgokat is, így megtaláltam a *Drepanidotaenia gracilis* (KROB), a *Drepanidotaenia anatina* (KROB) s a *Drepanidotaenia sinuosa* (ZED.) egyes *cercocystisei*én. Az embryonalis horgok a rendelkezésemre állott példányoknál nagy mértékben hasonlítanak egymáshoz, úgy, hogy e tekintetben a fajok között alig van valami különbség. Szabályszerint egy pálczikaforma alapi részletből és egy majd feltünőbbben, majd gyengébben villás csúcsrészletből állanak. Valószínűnek tartom különben azt, hogy az embryonalis horgok csak a fiatalabb fejlődési stádiumokon levő *cercocystisek* farkán vannak meg s későbbben elhullanak. A fark physiologiai működése felől semmi pozitívet nem tudunk.

A kibontakozott *cercocystisek* első példányait MRÁZEK AL. és SCHMIDT J. E. ismertette, még pedig az előbbi bűvár a *Drepanidotaenia fasciata*é (14. Taf. 5. Fig. 1), az utóbbi pedig a *Drepanidotaenia anatina*é (25. Taf. 6. Fig. 13.); nekem vizsgálataim folyamában több fajt sikerült megtalálnom, névszerint a következőket: *Drepanidotaenia lanceolata* (BLOCH), *Drepanidotaenia anatina* (KROB) (2. ábra), *Drepanidotaenia Rátzi* n. sp., *Drepanidotaenia mesocantha* n. sp., *Taenia Zichyi* n. sp., *Echinocotyle Linstowi* n. sp. és *Echinocotyle polyacantha* n. sp.

A kibontakozott *cercocystis* szervezeti viszonyai tekintetében azonos a visszahúzódottal, azzal a különbséggel, hogy míg *amannak* testén külsőleg csupán a tömlőt (cysta) s a farkot különböztethettük meg, addig *ennél* a cystába zárt testtájak, épen a kibontakozás miatt, szembetűnően, könnyen felismerhetőleg tagolódtak s én a rendelkezésemre állott összes példányokon négy fő-részletet különböztetek meg, nevezetesen a *scolexet*, a *nyakat*, a *tömlőt* és a *farkot*.

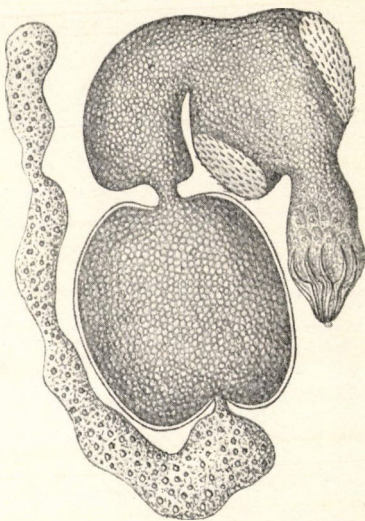
A *scolex*, a melyet általánosságban «*fejnek*» ismernek, teljesen azonos a visszahúzódott *cercocystisek*ével s rajta, mint legfontosabb, élesen elkülönült részletet a *fejet*, illetőleg *rostellumot* s a *testet* vagy *törzset* különböztethetjük meg.

A *rostellum*, illetőleg a *scolex feje*, az egész *cercocystis* legmellső vége, a fajok legnagyobb részénél többé-kevésbé

körteforma, hegyes csúcsával előre tekint, ritkábban gömbforma. A legtöbb példány rostellumának mellső csúcsán, melyet SCHMIDT J. E. homloknak nevezett (24 p. 76. 78), majd kisebb, majd nagyobb, többé-kevésbé félgömb- vagy kúpforma kiemelkedés van s ez finoman szemecskézett, átlátszó protoplasma gyanánt tűnik fel; legnagyobbnak találtam a *Taenia Zichyi*-nél s benne tömlőforma sejtek körvonalait is láttam. E kiemelkedés körül, mint egy középpont körül helyezkednek el a *rostellaris horgok* egy koszorúban sugárszerűleg oly formán, hogy alapi részüknek mellső csúcsa mindig a kiemelkedés közelébe ér, csúcsrészük pedig hátrafelé tekint. A *rostellaris horgok* száma, szerkezete és alakja teljesen megegyezik a megfelelő, visszahúzódtott *cercocystise*-kével.

Az egész rostellum különben *fejre* és *nyakra* tagolódott, melyek közül az első a *rostellaris horgok* viselője, a második pedig a fejnek a törzsrel való összefüggését eszközli. Mindkettőnek fölületét igen finom kutikula takarja, a mely áttérjed a törzsre is, illetőleg a törzs

burkának folytatása. A fej belsejét finoman szemecskés protoplasma és kisebb-nagyobb tömlőforma sejtek töltik ki, a melyek átlátszó, finoman szemecskés protaplasmát, gömbölyű magas és fénylő apró rögöcskéket tartalmaznak (2. ábra). Mint a visszahúzódtott *cercocystis* tárgyalásánál is említettem volt, e tömlőforma sejtek tömegében látom én a korábbi bűvároktól ismertetett *rostelláris zacskót*, de az egyes sejteken a SCHMIDT J. E.-től felemlített hosszirányú kötegeket megkülönböztetnem nem sikerült. A rostellum nyaka a fajok szerint majd hosszabb, majd rövidebb; legrövidebb a *Taenia Zichyi*-é és leghosszabb az *Echinocotyle*-fajké;



2. ábra. *Drepanidotaenia anatina* (KRAB.)  
*cercocystise*.

legtöbbször a rostellum fejénél jóval vékonyabb, ritkán azonban oly vastag, mint annak legnagyobb átmérője. Belsejét a legtöbb példánynál a scolex törzsétől nem különböző parenchym-állomány tölti ki, egyes esetekben azonban a fej felőli végében tömlőforma sejteket is megkülönböztethettem, mint a *Drepanidotaeina anatinán* (2. ábra).

A rendelkezésemre állott *Echinocotyle Linstowi* példányok között találtam azonban egy olyant is, a melynek rostelluma teljes egészben, tehát ennek feje a horogkoszorúval és nyakkal együtt a scolex törzsébe volt visszahúzódva oly formán, mint a visszahúzódott *cercocystiseké*, de a rostellum körvonalai élesen elváltak a scolex törzsének állományától s az egész fej tömlőnek látszott. Ennek magyarázatát abban találhatjuk, ha feltételezzük, hogy e példánynak rostelluma vagy nem bontakozott még ki, vagy pedig már visszahúzódott a kibontakozott állapotból, a mi SCHMIDT J. E. vizsgálatai után bizonyosnak mondható.

A scolex törzse többé-kevésbbé bunkóforma; nagysága a fajok szerint meglehetősen változó, általában azonban szoros kapcsolatban áll a rajta levő szívókorongok nagyságával. Fölületét vékony kutikula takarja, a mely a szívókorongokra is áttérjed s ezenkívül a scolex nyakának burkába is átmegy. A törzsre igen jellemző a *szívókorongok* jelenléte, a melyeknek alakja és szerkezete a fajok szerint változó, de mindenben egyezik a visszahúzódott példányokéval. A törzs belsejét igen tömötten és durván szemecskézett parenchyma tölti ki, a mely annyira átlátszatlan, hogy a kiválasztó edényeknek sem gyűrűs, sem oldaltörzseit látnom nem sikerült.

A kibontakozott *cercocystisek* testének egyik jellemző tája a scolex *nyaka*, a mely a scolexet a cystával kapcsolja össze s mint ilyen, a visszahúzódottakon nem különböztethető meg, mert ezeknél állományának legnagyobb része a cysta falazatának belső parenchyma-rétegét alkotja s csak kis része szolgál a scolex tulajdonképeni nyaka vagy kocsánya gyanánt. Keletkezése tisztán a kibontakozás, illetőleg a kitüremlés eredménye, a mennyiben a kibontakozás alkalmával a cysta belső parenchyma-rétege s ezzel együtt a belső kutikula-réteg is elhagyja annak üregét a scolexszel együtt. A legrövidebb nyakat a *Drepanidotaeina lan-*



*ceolata* s a *Taenia Zichyi*, míg a leghosszabbat a *Drepanidotaenia mesocantha* s az *Echinocotyle polyacantha* fajknál találtam.

Valamennyi példány nyaka hengeres, ritkán egész hosszában egyforma vastag, gyakrabban azonban különböző pontjain megvastagodott, általában legvékonyabb a scolex törzsével és a cystával kapcsolatos két végén. Fölületét igen vékony kutikula takarja, a mely eredetileg semmi egyéb, mint a visszahúzó-dott *cercocystis* cysta-falazatának belső határrétege, alatta azonban az izomrostok egyik fajtáját sem birtam megkülönböztetni. Épen úgy nem sikerült meglátnom a kiválasztó edényrendszer oldaltörzseit sem, a melyeknek jelenlétét SCHMIDT J. E. vizsgálatai után fel kell tételeznem.

A *cysta* vagy *tömlő* egészben véve és lényegileg nem különbözik a visszahúzó-dott *cercocystisétől*, de a scolexnek üregéből való kinyomulása miatt mindig kisebb átmérőjű; néha, mint a *Drepanidotaenia lanceolatánál* is, hossz tengelye irányában megnyúlt s ezzel kapcsolatosan harántirányban megkisebbedett. Alakja is igen változatos. Falazatán ugyanazokat a külsőbb rétegeket különböztethetjük meg, mint a visszahúzó-dottakén, nevezetesen a *külső kutikula-burkot*, a *gyűrűs- és hosszirányú rostok rétegét* s a *külső parenchymát*; míg ellenben a *belső parenchyma-réteg* s a *belső kutikula-burok* belsejéből hiányzik. A külső kutikula-burok, valamint a gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege ugyanoly fejlettségű, mint a visszahúzó-dott *cercocystisek* tömlőjén, de a külső parenchyma-réteg nem csupán réteg alakjában mutatkozik, hanem az egész tömlő belső üregét kitöltő, durván és sötéten szemecskés töltelékállomány gyanánt is s általában a cysta főtömege. A visszahúzó-dott *cercocystis* tömlőfalazatán oly könnyen felismerhető belső parenchyma- és kutikula-réteg a kibontakozottnak cystájából épen a kibontakozás miatt hiányzik, mert e rétegek együtt a scolex és cysta közötti nyakat alkotják. A kibontakozásnak az eredménye az is, hogy a cystán a mellső, tölcserforma bemélyedésnek tulajdonképen csak a helyét találjuk meg a nyaknak alapján, s ezt a külső kutikula-burok, a gyűrűs- és hosszirányú rostok vastag rétegének gyűrűben mutatkozó folytonossági hiánya teszi felismerhetővé.

A kibontakozott és visszahúzódott *cercocystis farkának* szerkezetében semmi lényeges eltérés nincs.

A *cercocystisek* fejlődés menetét, daczára a rendelkezésemre állott gazdag anyagnak, tanulmányoznom nem sikerült, mert csupán egyetlen oly példányt találtam, a melyet fiatal fejlődési stadiumon lévőnek tarthatok, s a melynek tömlőforma testén egy fejecskeszerű kiemelkedés is volt látható. A bűvárok közül SCHMIDT J. E. a *Drepanidotaenia anatina* fejlődésmenetére vonatkozó megfigyelései során arra az eredményre jutott, hogy a scolex a maga egészében, tehát a rostellum, a horogkoszorú, a szívókorongok és a nyak a cystán kívül fejlődnek s csak a fejlődés további folyamán mélyed be kiegészítő részeivel a cystába. E felfogás szerint tehát a kibontakozott *cercocystis* korábbi fejlődési stádium, mint a visszahúzódott. HAMANN O. és MONIEZ R. vizsgálatai szerint az oncosphæra falazata invaginatio útján nagyobb felében megkettőződik s a betüremlés útján keletkezett belső réteg hátulsó, a betüremlés helyével szemben fekvő pontján sarjadék gyanánt a scolex emelkedik ki, a melyen aztán a fejlődés további folyamán a szívókorongok, a rostellum és horgai jelennek meg. Ezek szerint tehát a visszahúzódott *cercocystis* a korábbi, a kibontakozott pedig a későbbi fejlődési stádium. Mint említettem, nekem nem sikerült a fejlődés menetét közvetlenül figyelemmel kísérem, de azért a rendelkezésemre állott anyagon végzett vizsgálataim alapján HAMANN O. és MONIEZ R. magyarázatát teszem magamévá s a visszahúzódott *cercocystist* tekintem a fiatalabb fejlődési stádiumnak és az oncosphærából való fejlődésmenet sorát a következőnek képzelem. A többé-kevésbbé tömlőformává módosult oncosphæra teste egy mellső nagyobb, duzzadtabb s egy hátulsó kisebb, vékonyabb és az embryonális horgokat is viselő részletre fűződik be. A nagyobb részlet fölületén, körülbelül az embryonális horgokkal szemben fekvő ponton invaginatio lép fel s a befelé türemlés mindaddig halad, míg egy kettős falazatú, nagy központi üreget tartalmazó cysta fejlődik ki. A cysta falazatát alkotó két réteg a fejlődés további folyamában, a közöttük fellépő üreg megjelenésével egymástól élesen elválík és a tömlő falazatának külső meg belső parenchyma-rétegét adja; a külsőnek szabad, a belsőnek pedig az

üreget határoló fölületét vékony kutikula takarja, a mely tulajdonképen az oncosphaera külső burka, s mint ilyen, a farkká vékonyodó hátulsó részletre is átterjed. A belső parenchymatikus réteg a betüremlési nyílással átellenes ponton megvastagodik és bunkóformán kisarjadzik s e kiemelkedő sarjadékból a scolex fejlődik ki a szívókorongokkal. Valószínűleg ugyanezen időtájban indul fejlődésnek a cysta falazatának gyűrűs- és hosszirányú rost rétege is. A rostellum kifejlődése valószínűleg ugyanoly módon megy végbe, mint a scolexé, azaz a scolexnek a cysta nyílása felé tekintő végén bemélyedés lép fel, s ez mélyebbre hatol mindaddig, míg falazata megkettőződik és belsejében üreg keletkezik. A betüremlett rétegnek a bemélyedéssel szemben fekvő pontján kis dudor jelenik meg, a melyből a rostellum fejlődik ki a horgokkal, a scolex bemélyedésének helye pedig majdnem észrevétlenné húzódik össze. Itt megjegyzem különben azt is, hogy nem tartom lehetetlennek azt, hogy a horgok anyagát a rostellum fejében, illetőleg nyakában lévő említett tömlőforma sejtek szolgáltatják.

De nem tartom teljesen kizártnak azt sem, hogy a cystának az oncosphaera invaginatioja útján való keletkezését megelőzheti a rostellummá fejlődő dudor kiemelkedése és a szívókorongok állományának elkülönülése, mely esetben a már meglehetősen kifejlődött scolex mélyed be az invaginatio alkalmával s ezután következik be a rostellumnak a scolex törzsébe való behúzódása, bizonyára a horgok kifejlődése előtt. E feltevésre enged következtetést a rendelkezésemre állott igen fiatal példány is, melynek fejecskeszerű kiemelkedésében a rostellumot, sötétebben szemecskés kétoldali foltjában a szívókorongok alapanyagát sejtem.

### A talált fajok ismertetése.

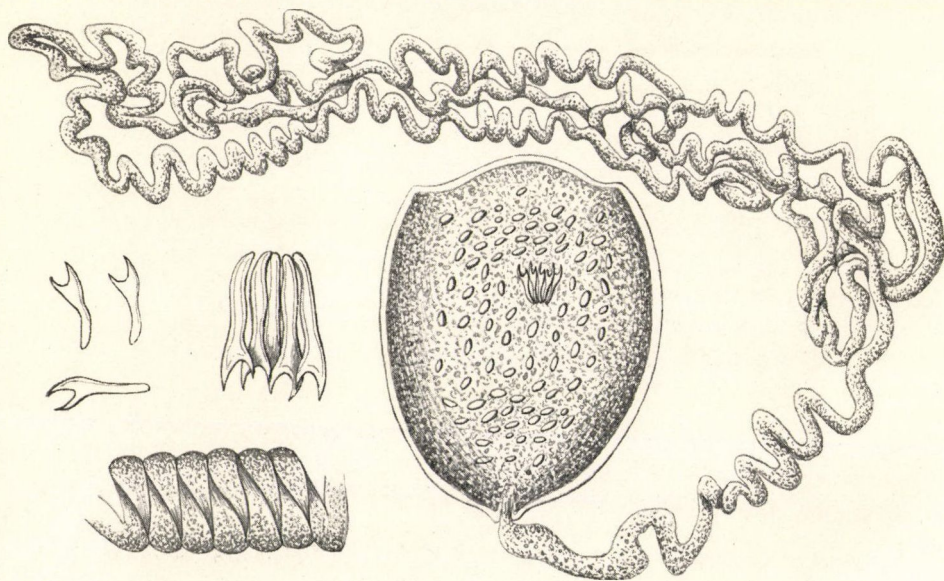
#### 1. *Dicranotaenia dubia* n. sp.

3. ábra.

Vizsgálataim folyamán csupán visszahúzódtott *cercocystiseket* találtam.

A tömlő majd szélesebb és rövidebb, majd hosszabb és keskenyebb tojásforma, mindkét végén majdnem egyforma hegyes,

egyes esetekben azonban elől sokkal tompább, mint hátul (3. ábra); hossza 0·34—0·36 mm., szélessége 0·17—0·23 mm. között váltakozik. A külső kutikula-burok igen vékony s a gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege sem vastag, jóformán alig felismerhető. A két parenchyma-réteg egymástól jól elkülönült, a közöttük lévő hézag legterjedelmesebb a tölcserforma mellső nyílás közelében s a cysta hátulso végén a fark s a scolex alapja között. A külső parenchyma-réteg csak kisebb-nagyobb, sötét szemecs-



3. ábra. *Dicanotænia dubia* n. sp. cercocystise.

kéket tartalmaz, míg a belsőben nagyszámú mészttestecske fejlődött ki, a melyek szabálytalanul elszórtan fekszenek, de legtömegesebben mégis a tömlő két csúcsa környékén lépnek fel (3. ábra). Az egyes mészttestecskék leggyakrabban tojásformák, ritkábban szabálytalan sokszögletűek s az első esetben egy nagyobb központi magot, az utóbbiban ellenben több kisebb, elszórtan fekvő testecskét tartalmaznak; nagyságuk igen tág határok között változik, általában azonban körülbelől 0·006—0·01 mm. nagyok.

A tömlő belső ürege aránylag meglehetősen nagy s a scolex nem tölti ki azt teljesen; különösen feltűnő az üregnek a tölcser-forma nyílással való közlekedése, a mennyiben a kettő között többféleképen görbült csatorna fejlődött ki.

A scolex a különböző példányoknál majd hossz tengelye irányában megnyúlt s ekkor természetesen keskenyebb, különösen pedig, ha a rostellum belsejéből többé-kevésbé kinyomult, majd pedig megrövidült és ekkor sokkal szélesebb. A legtöbb példány rostelluma a scolex törzsének belsejében pihen, számosnál azonban többé-kevésbé kiemelkedett, nem ritkán a tölcsernyíláshoz vezető csatornába nyomult, vagy pedig a tömlő üregében hátrafelé görbült, mely esetben természetesen horgai megfordított fekvésbe kerülnek. Körvonalai a scolex törzsének belsejében is jól felismerhetők, s egészben véve egy tömlőnek képét adják. A rostellaris horgok száma 10, s ezek majd tömötten egymás mellé sorakozva pamatot alkotnak (3. ábra), majd pedig többé-kevésbé eltávolodtak. Az egyes horgok hossza 0·035–0·04 mm.; mindeniken alapi- és csúcsrészletet különböztethetünk meg. Az alpirészlet majd egészen egyenes, pálczikaforma, majd pedig kissé ívesen görbült (3. ábra). A csúcsrészlet villás felső ága erősebb és valamivel hosszabb az alsónál, hegyes csúcsú és gyengén lefelé ívelt; alsó ága vékonyabb, kevésbé rövidebb a felsőnél, szintén hegyes csúcsú, de gyengén fölfelé görbült.

A szívókorongok némileg tojásformák, de mindkét végük egyformán kerekített; fölületükön igen apró sörtécskék emelkednek szabálytalanul elszórtan, hosszúságuk 0·08–0·1 mm., szélességük pedig 0·04–0·05 mm. között változik.

A fark a példányok egyeseinél aránylag rövid, másoknál ellenben rendkívül hosszú, hosszúsága 1·14–1·2 mm. között ingadozik; természetes helyzetben majd többé-kevésbé egyenesre nyúlt, igen gyakran azonban spirálisan felcsavarodott (3. ábra), s ez esetben hossza többszörösen fölülmúlja a tömlőét. Alapja mindig duzzadtabb s a tömlő parenchymájával keskeny kocány közvetítésével függ össze, különben egész hosszában majdnem egyenlő vastag, belsejében meglehetősen átlátszóan szemecskés protoplasma, illetőleg parenchyma-állományt tartalmaz, de a sejtek körvonalait megkülönböztetni nem bírtam, épen úgy

nem sikerült megtalálnom a kiválasztó-edények törzseinek körvonalait sem.

Vizsgálataim folyamában 28 példányt találtam a félegyházi álló vizekből gyűjtött *Diaptomus Alluaudi*-ban. A kifejlődött galandféreg eddig még ismeretlen. Kis mértékben emlékeztet e faj a *Dicranotaenia furcigera*-ra, különösen pedig a miatt, hogy 10 rostellaris horga van, de lényegesen különbözik ettől aztán horgainak szerkezetével, főleg pedig a horgoknak megnyúlt alapi részletével.

## 2. *Drepanidotaenia lanceolata* (BLOCH).

### 1. és 4. ábra.

A mennyire azt a rendelkezésemre állott irodalom adatai alapján megállapítanom sikerült, MRÁZEK AL. az első és eddig egyetlen bűvár, a ki e galandféregfajnak *cercocystiseit* látta (15. p. 11.), de leírásukat, azon megokolás kapcsán, hogy nagyon hasonlítanak a *Taenia-Drepanidotaenia setigera*-éhoz, fölöslegesenek tartva, nem is adja. Különben ROSSETER T. B. is feljegyezte volt e faj *cercocystiseit* a *Cypris cinerea* Baird = *Cyclocypris globosa* (SARS) nevű gazda-entomotrachából, de mint azt MRÁZEK AL. is megjegyzi s mint azt BLANCHARD R. is kimutatta, ezek az *Echinocotyle Rosseteri* BLANCH. nevű fajnak a lárvái voltak. Nekem vizsgálataim folyamában számos, összesen 99 példányt sikerült gyűjtenem a vadkerti álló vizekből származó *Diaptomus spinosus* Dad. fajból, a mely példányok legnagyobb része visszahúzódt s csak igen kevés volt kibontakozott.

A visszahúzódt *cercocystis* tömlője többé-kevésbé gömbforma, mellső és hátulsó csúcsa legtöbbször egyforma tompán kerekített, de közepén, a tölcsérnyilásnak s a fark kiindulásának megfelelőleg mélyedt, nem ritkán azonban elől hegyesebb, mint hátul (1. ábra). A tömlő falazata feltűnő vastag, különösen pedig a gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege, a mely gyengébb nagytáskáknál széles, átlátszó öv gyanánt tűnik fel. A külső kutikula-burok azonban aránylag vékony, tulajdonképen sima fölületű, de a legtöbbször hosszirányú, szabálytalan redőket s illetőleg tarajokat mutat. A gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege átlag 0·017—

0.018 mm. vastag, különösen erőteljes a gyűrűs rostok rétege, a melynek rostjai első tekintetre likaacsatornáknak látszanak, fölületes beállításnál azonban egész lefutásukban könnyen felismerhetők (1. ábra). A két parenchyma-réteg majdnem egyforma vastag, mindkettő azonban legvastagabb a tölcsérnyílás közelében s a köztük levő hézag is itt a legnagyobb, míg hátrafelé fokozatosan kisebbedik, sőt egyes példányokon jóformán egészen elenyésszik, úgy, hogy a farktájon a két parenchyma-réteg egybeolvadtnak látszik. A rendelkezésemre állott példányok között alig egy-kettő volt olyan, a melynek belső parenchyma-rétegében mésztestecskéket tudtam megkülönböztetni, legnagyobb részüknek egyetlen mésztestecskéjük sem volt. A tömlő hossza: 0.23 - 0.28 mm., átmérője: 0.18 - 0.23 mm. között változik.

A scolex a tömlő belső üregét a legtöbb példányon majdnem teljesen kitölti s csak a tölcsérnyílás felé marad fenn egy kis betöltetlen terület (1. ábra). A rostellum a legtöbb-szor a scolex belsejében fekszik, nem ritkán azonban abból kinyomult, ilyenkor majdnem mindig a tölcsérnyílást környező üregbe hatol, s ekkor még nyakrészlete is könnyen felismerhető. — A rostellaris horgok száma 8 és hosszúságuk 0.055 - 0.06 mm. között váltakozik. Minden egyes horog alapi- és csücsrészletre tagolódott. Az alapi részlet épen oly hosszú, mint a csücsrészlet, illetőleg az egész horog hosszának felét teszi ki, felső oldala gyengén íves, csücsa többé-kevésbbé görbült, alsó oldala gyengén öblös és meglehetősen feltünő, hegyes vagy kerekített, lefelé irányuló halmocskába megy ki (4. ábra). Az egész alapi részlet különben a csücsrészlet felé fokozatosan szélesedik és legszélesebb a halmocska táján. A csücsrészlet egyszerű, gyengén sarlóformán befelé görbült, alapja az egész horognak legszélesebb pontja, de aztán fokozatosan keskenyedik és hegyes csücsban végződik; közte és az alaprészt közt a felső oldalon gyenge mélyedés van.

A szívókorongok többé-kevésbbé széles tojásformák, mindkét végük egyformán és meglehetősen tompán kerekített; fölületük három övre tagoltnak látszik. A külső öv egészen sima, szerkezet-



4. ábra. *Drepanidontenia lanceolata* (Bloch) cercocystisének horgai.

nélküli, valószínűleg gyűrűs izomrostok tömege; a középső jóval keskenyebb sejtes, míg a belső sima fölületű, korongszerű mélyedésnek látszik (1. ábra).

A fark egyik legfeltűnőbb része a *cercocystisnek*, a mennyiben a *Dicranotaenia dubia* kivételével egyetlen oly más faj nincs, a melynek farkhosszasága ezét még csak meg is közelíthetné. Feltűnő hosszúságánál fogva egyfelől meg nem mérhető, másfelől pedig mindig többszörösen hurkolt és kuszáltan gombolyított zsineghez hasonlít. A tömlő külső parenchyma-rétegéből meglehetősen vékony alappal indul ki, de annak falazatát elhagyva, majdnem szabály szerint erősebben megvastagodik, distalis vége felé mind a mellett fokozatosan vékonyodva, ostor formává válik. Fölületén igen gyakran finom gyűrűk mutatkoznak, különösen proximalis részében.

Főtömege majd csak szemecskés protoplasma, majd pedig parenchymsejtek halmazza, de középvonalában egy sajátságos központi zsineg vonul végig. E központi zsineg egy sötétén, de finoman szemecskés plasmahüvelyből és egy ettől körülzárt még sötétebb fonálból áll (1. ábra). Valószínűnek tartom ugyan, hogy a központi zsineg, főleg pedig a fonál, az egész farkon végig húzódik, de annak distalis vékonyabb részében megkülönböztetnem mégsem sikerült. A kiválasztó edényeket nem bírtam megkülönböztetni, épen úgy nem találtam meg a farkon az embryonalis horgokat sem.

Itt külön kell megemlékeznem a visszahúzódott *cercocystisek* egy példányáról, még pedig azért, mert ennél két horogkoszorút találtam. A két horogkoszorú egyike a tömlő tölesérnyílásában fekszik, egyes horgai, bárha egészen a többi példányokéhoz hasonló szerkezetűek, csupán 0.04 mm. hosszúak; a másik horogkoszorú már rendes helyén, a rostellum fején, illetőleg ezzel együtt a scolex törzsének belsejében pihen, de az egyes, más-különbben jellemző szerkezetű horgok hossza 0.048 mm. A két horogkoszorúnak jelenlétét én csak is úgy tudom megmagyarázni, ha feltételezem azt, hogy e *cercocystis* már egyszer kibontakozott állapotban volt, de aztán ismét visszahúzódott s ezen alkalommal már kifejlett horogkoszorúja a tömlő tölesér nyílásában fennakadt, megszorult, a rostellumról leszakadt. A horgaitól ilyen formán



megfosztott rostellum azonban a scolex törzsébe való visszahúzó-  
lás után másik horogkoszorút fejlesztett.

A kibontakozott *cercocystis* egyes részleteiben teljesen meg-  
egyezik a visszahúzódottal. Rostelluma körteforma, hegyes csücsé-  
vel előre tekint; nyaka aránylag rövid és a rostellumnál magánál  
kevésbé vékonyabbnak látszik, különösen közepe táján. A scolex  
törzse bunkóforma, szélesebb, mint a milyen hosszú. A nyakrész-  
let meglehetősen rövid, alig háromszor oly hosszú, mint a rostellum  
nyaka és aránylag vastag. A tömlő csupán alakjában tér el némi-  
leg a visszahúzódottól, a mennyiben hossz tengelye irányában  
erősebben megnyúlt, míg haránt irányban megkeskenyedett.

Hossza általában a 0.16-0.18 mm. és szélessége 0.11-0.12  
mm. között ingadozik. Belsejét tömötten álló sötét, gömbölyű tes-  
tecskék töltik ki; falazatának külső kutikula-, valamint gyűrűs- és  
hosszirányú rostrétege egészen olyan, mint a visszahúzódot *cer-  
cocystis*-é. A fark semmiben sem különbözik a visszahúzódotakétól,  
de mégis valamivel rövidebbnek látszik.

A kifejlődött galandféreg maga, mint az az eddigi vizsgálá-  
tok után ismeretes, különböző vízi madarakban élősködik. Ez ideig  
a *házi kacsán* (*Anas boschas dom.*) és *házi lúdon* (*Anser anser dom.*)  
kívül még a következőkben találták meg: *Anas obscura*, *Cairina*  
*moschata*, *Erismatura leucocephala*, *Aythya ferina*, *Aythya*  
*nyroca*, *Aythya rufina* és *Phoenicopterus antiquorum* (STILES W.  
26. pag. 37.).\* A *cercocystisek* ez ideig csak *entomostrakák*-  
ból, specialiter *copepodák*-ból ismeretesek. MRÁZEK AL. *cyclops*-  
fajokban, ezek között névszerint a *Cyclops serrulatus*-ban ta-  
lálta, míg én, mint említettem, a vadkerti álló vizekből gyűjtött

---

\* Az irodalom idevonatkozó adatai szerint (l. STILES W. 26. p. 37.)  
a kifejlődött galandférget BLOCH találta meg legelőször 1782-ben, még pedig  
ludakban; ugyanezen évben jegyezte fel GOEZE is. KRABBE 1869-ben 400  
lúd bélcsatornáját vizsgálta át és 77-ben megtalálta a galandférget. Az  
1710. évi lúdpusztulást FRISCH e galandféregnek tulajdonítja. Európa kü-  
lönböző országai közül ez ideig ismerik a kifejlődött galandférget Angliából,  
Dániából, Francia- és Németországból, továbbá Ausztriából. Hazánkból  
még eddig nem jegyezték fel, de *cercocystiseinek* gyakorisága kézzelfog-  
ható tanúságot tesz a felől, hogy házi lúdaink és kacsáink, talán egyes  
vidékeken, állandó gazdái e galandféregnek.

*Diaptomus spinosus*-ból ismerem és a rendelkezésemre állott példányok száma után (99) arra lehet következtetnem, hogy a kifejlődött *Drepanidotaenia lanceolata* (BLOCH) igen gyakori parazitája a vadkerti házi kacsáknak és lúdaknak.

Itt megjegyezhetem azt, hogy MRÁZEK AL. 1890. évi dolgozatában (13) az 5. tábla 9. *a*, *b* rajzaiban, valamint MRÁZEK AL. nyomán STILES W. dolgozatának (26) 6. tábláján a 74. és 75. ábrán feltüntetett rostellaris horgokat, illetőleg horogkoszorút nem a *Drepanidotaenia fasciata*-énak, hanem a *Drepanidotaenia lanceolata*-énak tartom, még pedig az egyes horgok alakja és szerkezete alapján.

### 3. *Drepanidotaenia gracilis* (KRAB.)

5. ábra.

A visszahúzódot *cercocystis* tömlője leggyakrabban többé-kevésbé gömbforma, mellső és hátulsó végén csaknem egyformán kerekített, ritkábban hossz tengelye irányában kissé megnyúlt, hátul valamivel hegyesebb, mint elöl s egészben véve megfordított tojáshoz hasonlít. Hossza 0·21—0·25 mm., legnagyobb átmérője pedig 0·13—0·18 mm. között váltakozik. MRÁZEK AL. a tőle vizsgált példányokat 0·23 mm. hosszúaknak találta. A külső kutikula burok aránylag igen vékony, szerkezetnélküli, egészen síma. A gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege meglehetősen feltűnő, majdnem oly vastag, mint a *Drepanidotaenia lanceolata cercocystisei*. A két parenchyma-réteg közül a belső vastagabb a külsőnél és kisebb-nagyobb számú, különböző nagyságú mésztetestcskét tartalmaz. Egyes példányoknál csupán a tölcsernyílás közelében láttam mésztetestcskéket, másoknál ellenben a parenchyma-réteg egész tömege tele volt velők. A tölcserbemélyedés aránylag rövid és egyenesen mélyed befelé a majd kisebb, majd nagyobb tömlő üregbe, a melyet a scolex majdnem teljesen betölt.

A scolex rendesen a cysta hossz tengelyével párhuzamosan fekszik, majd többé-kevésbé megnyúlt, majd pedig megrövidült s ekkor természetesen szélesebb. A rostellum a rendelkezésemre állott példányok valamennyienél a scolex törzsének belsejében

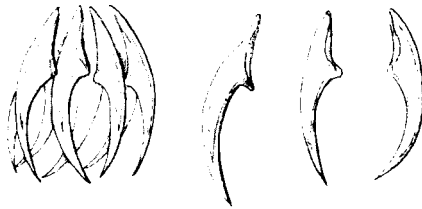
pihent s a 8 rostellaris horog distalis csúcsa mindig hátrafelé tekintett.

Az egyes rostellaris horgok egészben sarlóformák, alapi részletük a csúcsrészlettől nem különült el élesen, mellő csúcsa kissé megnyúlt, többé-kevésbbé kihegyesedett, hátulsó csúcsa kiszőkellő halmocskát alkot (5. ábra). A csúcsrészlet az alapinak egyenes folytatása, vége felé fokozatosan keskenyedek, meglehetősen tompán befelé íves és vége hegyes. A rostellaris horgok hossza 0·075 - 0·078 mm. között változik. MRÁZEK AL. a tőle vizsgált példányokon 0·08 - 0·082 mm.-nek találta. (14. p. 128.)

A szívókorongok tojásformák, de mindkét végük majdnem egyforma szélesen kerekített; fölületüket egészen simának találtam. MRÁZEK AL. a tőle vizsgált példány szívókorongjain ferdén kifelé- és hosszában futó sörtesorokat látott. (14. 15. Tábla 13. ábra.) Az egyes szívókorongok hossza 0·06

0·07 mm. között ingadozik.

A fark széles alappal indul ki, de vége felé fokozatosan vékonyodik, ostorforma, főtömege részint



5. ábra. *Drepanidatonia gracilis* (Kraus) cercocystisének horgai.

szint durván szemecskés protoplasma, részint szabálytalanul elszórt parenchyma-sejtekből áll. Hossza egyénenként változik, általában azonban a cysta hosszát kétszer, sőt többször is meghaladja. Egyik-másik példány farkának végén az embryonalis horgokat is sikerült megtalálnom. Minden egyes embryonalis horog jól elkülönült alapi és csúcsrészletből áll; az alapi részlet hengeres, egyenes pálczika, míg a csúcsrészlet sarlóformán befelé görbült, de az alapi részletnek nem a csúcsáról, hanem körülbelül végső negyedéről indul ki, úgy, hogy az alapi részletnek egy kis darabkája szabad, minek következtében az egész horog villásnak látszik. Az embryonalis horgok egész hossza körülbelül 0·015 mm.

A kibontakozott *cercocystis* rostellumának feje körteforma, hegyes csúcsával előre tekint, a nyaktól élesen elkülönülve nincs.

A rostellaris horgok fekvése és nagysága azonos a visszahúzódot-takéval. A rostellum nyaka csak kevéssel vékonyabb, mint fejének legnagyobb átmérője és majdnem oly hosszú, mint a scolex törzse. A scolex törzsének legnagyobb részét a szívókorongok teszik ki, a melyek hossz tengelyük irányában kissé megrövidültek, úgy, hogy meglehetősen széles, egyforma csúcsú tojáshoz hasonlítanak. A scolex és a cysta közötti nyak meglehetősen hosszú, csak kevéssel rövidebb a cysta hosszánál, egész lefutásában csaknem mindenütt egyenlő vastag, tömege sötétszínű, gömbölyű testecskékből áll, a melyek azonban kisebbek a cysta belsejét kitöltőknél.

A cysta egészben véve gömbforma, de hossz tengelye irányában kissé megnyúlt s átmérője kisebb a visszahúzódot *cercocystis*-énél. Hossza mintegy 0.18 mm. és legnagyobb átmérője 0.16 mm. Palazata ugyanolyan szerkezetű, mint a visszahúzódotté, belsejét meglehetősen nagy, sötét, gömbölyű testecskek töltik ki.

A fark szerkezete és hosszúsága megegyezik a visszahúzódot példányokéval, de az embryonalis horgokat rajta nem talál-tam meg.

Vizsgálataim folyamában összesen öt példány állott rendelkezésemre, melyek között egy kibontakozott és négy visszahúzódot volt. Mindannyit a vadkerti állóvizekből származó *Diaptomus spinosus*-ban találtam. A legelső példányt LINSTOW O. vizsgálta s a *follyami sügér* (*Perca fluviatilis*) gyomrában találta, a hová bizonyára valamelyik elnyelt *entomostraká*val jutott. SCOTT TH. 1891-ben az *Eucandona rostrata* (BR. NR.) *entomostraká*ból jegyezte fel. MRÁZEK AL. 1891. évi dolgozatában (14. pag. 128.) a *Cypria ophthalmica* (JUR.) és *Cyclops viridis* (FISCH.) fajokat nevezi meg gazdák gyanánt s egyúttal részletesebb leírást is közöl, míg MONIEZ R. ugyanezen évben chinai *Cypria ophthalmica*-kból említi.

A kifejlődött galandféreg gazdái a vízi madarak, nevezetesen a *házi kacsa*n (*Anas boschas dom.*) és házi lúdon (*Anser anser. dom.*) kívül a következők: *Anas boschas*; *Anas penelope*; *Merganser merganser*; *Merganser serrator* és *Tadorna tadorna.* (STILES W. 26. pag. 38.)

Itt megjegyezhetem azt, hogy a rendelkezésemre állott *cercocystis*-példányok rostellaris horgaiknak alakjával és szerkezetével az összetéveszthetőség hasonlóan a *Drepanidotaelia fasci-*

ataéihoz, de az egyes horgok nagysága biztos útmutatással szolgál. A kifejlődött *Drepanidotaenia fasciata* rostellaris horgai ugyanis STILES W. adatai szerint (26. p. 36 és 37)  $57-60 \mu = 0.057-0.06$  mm., a *Drepanidotaenia gracilis*-éi ellenben  $77-80$ , esetleg  $95-103 \mu = 0.077-0.080$  mm. hosszúak; tehát a tölem leírt *cercocystisek* horgai sokkal nagyobbak a kifejlődött *Drepanidotaenia fasciata*-énál és hosszúságukkal teljesen megegyeznek a *Drepanidotaenia gracilis*-szel. Ehhez hozzátehetni még azt is, hogy MRÁZEK AL. vizsgálatai szerint a *Drepanidotaenia fasciata* (RUD.) *cercocystisei*-nek rostellaris horgai csupán  $0.055-0.068$  mm. nagyok, tehát a mig egyfelől a kifejlődött galandféregével egyezők, addig a *Drepanidotaenia gracilis* (KRAB.) *cercocystisei*-nél jóval kisebbek.

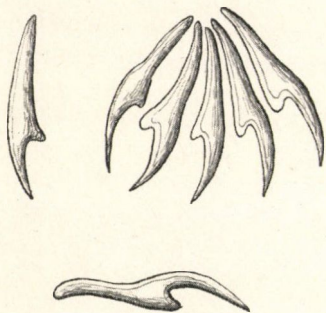
#### 4. *Drepanidotaenia anatina* (KRAB.)

2. és 6. ábra.

A visszahúzódt *cercocystis* cystája leggyakrabban többé-kevésbbé gömbforma, a tölcsernyilásnál erősebben, a fark tövében gyengébben mélyedt, ritkábban hossz tengelye irányában kissé megnyúlt, tojásforma, két végén majdnem egyformán kerekített. Hossza:  $0.24-0.37$  mm., míg legnagyobb átmérője:  $0.18-0.27$  mm. között ingadozik. Találtam azonban egy még igen fiatal példányt is, a melynek hossza  $0.12$  mm., legnagyobb átmérője pedig  $0.092$  mm. volt csupán. A külső kutikula-burok igen vékony, úgyszintén a gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege is, de azért a gyűrűs rostok igen jól láthatók. A két parenchyma-réteg aránylag vastag, a közöttük lévő hézag majd nagyobb, majd kisebb. A belső parenchyma csak egyes példányoknál tartalmaz mésztstetecskéket s ezek különböző nagyok és szabálytalanul elszórtak.

A scolex a cysta üreget majd csak részben, majd pedig csaknem egészen kitölti. A rostellum helyzete igen különböző; vannak ugyanis a példányok között olyanok, a melyeknek rostelluma a scolex törzsében pihen, olyanok, a melyeknek rostelluma a tölcsernyilás felé többé-kevésbbé kiemelkedett, a legtöbbnek rostelluma azonban egészen elhagyta a scolex testének üregét s a cysta belsejében különböző irányban fordult, leggyakrabban olyformán, hogy horgai egészen megfordított állásba ke-

rültek, azaz apicalis csúcsuk tekint a tölcsérnyílás felé. A rostellaris horgok száma 10 s ezek majd tömötten egymás mellé sorakozva pamatot alkotnak (6. ábra), majd pedig egymástól többé-kevésbé eltávolodva sugarasan rendeződtek. Az egyes horgok hossza: 0.055—0.07 mm. között ingadozik, valamennyi alapi és csúcsrészletből áll; alapi részletük egészbenvéve ékforma, a rostellum homloka felé tekintő csúcsa legtöbbször gyengén befelé görbült és igen hegyes (6. ábra), ritkábban egyenes és meglehetősen tompa; külső szegélye szabályszerint a csúcsrészlet felé kissé öblös, ritkán gyengén íves s a csúcsrészletbe minden látható határ nélkül megy át, alsó szegélye majdnem mindig kissé



6. ábra. *Drepanidotænia anatina*  
(KtAB.) cercocystisének horgai.

befelé ívelt s a csúcsrészlet alapján meglehetősen feltűnő halmocskát alkot, a mely ritkábban befelé, rendszeren hátrafelé tekint. Az alapi részlet hossza a halmocska csúcsáig mérve: 0.046—0.049 mm., míg a csúcsrészleté az alapi részlet halmocskájának csúcsától mérve: 0.024—0.026 mm. A csúcsrészlet az alapinak legtöbbször nem határolt egyenes folytatása, többé-kevésbé sarlóformán görbült, apicalis csúcsa igen hegyes és kissé

befelé tekint. A horgok hosszát MRÁZEK AL. és utána SCHMIDT J. E. is 0.065 mm.-nek találta.

A szívókorongok tojásformák, de két csúcsuk egyformán ke-rekített, egész fölületük szabálytalanul szétszórt finom sörtékkel tömötten fedett. Példányaim között találtam olyant is, melynek szívókorongja közepén sülyedt volt, mintegy csatornás, a mi bizonyára az összehúzódásnak az eredménye. Külön is meg kell emlékeznem azonban egyik példánynak a szívókorongjáról, miután a finom szőröcskékkal tömötten borított és három hosszúsávra osztott területet egy meglehetősen széles síma fölületű öv körítette, a mely övben finom harántsugaracsók mutatkoztak. A szívókorongok hossza 0.104—0.12 mm. között ingadozik.

A scolex kocsánya a példányok szerint majd hosszabb, majd

rövidebb és vastagsága igen változó ; rajta rendszeren semmi tagolt-ság nem mutatkozik, de egyik példánynál több haránt befűződést mutatott, mintegy a strobilálódásnak első nyomait.

A fark alapján jóval vastagabb, mint distalis csúcsán, fokozatosan vékonyodik és egészben ostorforma. Belsejét jól megkülön-böztethető parenchyma-sejtek töltik ki, különösen a fiatalabb pél-dányoknál, míg az idősebb példányoknak belső anyaga meglehető-s durván szemecskés protoplasmának látszik. Hossza meglehető-s tá-g határok között ingadozik, legtöbbször 1·6—1·9 mm. s a cysta hosszát 2—3-szor is meghaladja, ritkán azonban 0·14 mm. is lehet s illetőleg alig hosszabb a cysta  $\frac{1}{3}$ -ad hosszánál. Egyes példányok farkának végén, szabálytalanul elszórtan, az emberyonális horgokat is megtaláltam, a melyek általánosságban hasonlítanak a *Drepa-nidotaenia gracilis*-éihez, hosszuk 0·01—0·14 mm. között vál-tozik és alsó águk néha csak kevéssel rövidebb a felsőnél.

A kibontakozott *cercocystis* rostellumának feje körteforma, de a nyaktól élesen elkülönülve nincs a kettő közötti határt csak alig észrevehető befűződös mutatja. (2. ábra.) A homlok csúcsán kis fél-gömbforma, finoman szemecskés, átlátszó protoplasma tömeg emel-kedik. A rostelláris horgok száma tíz s az egyes horgok általános szerkezet tekintetében hasonlítanak a visszahúzóódott példányoké-hoz, de egészben véve valamivel vékonyabbaknak látszanak. (6. ábra.) A horgok egész hossza 0·077 mm. A rostellum nyaka meglehető-s rövid, a rostellum fejénél nem hosszabb, a scolex tör-zsével közlekedő vége vékonyabb, belsejében nagy tömlőforma sej-teket különböztethettem meg, a melyeknek összeségét, mint emli-tettem, a rostellum tömlőjének tekintem. (2. ábra.)

A scolex törzse körülbelöl oly hosszú, mint az egész rostellum a fejjel és nyakkal együtt, de szélesebb, mint a milyen hosszú ; többé-kevésbbé dinnyeforma. Hossza 0·26 mm., szélessége 0·3 mm. Belsejét sötét, meglehető-s nagy gömböcskék töltik ki, a melyek egészen átlátszatlan-ná teszik. A szívókorongok egészen olyan-nok, mint a visszahúzóódottakéi.

A nyak meglehető-s rövid, a cysta felé fokozatosan vastagodik ugyan, de magával a cystával vékony kocsány közvetítésével köz-lekedik ; hossza körülbelöl akkora, mint az egész scolexé, vagy a cystáé ; belső tömege ugyanolyan állomány, mint a scolexé.

A cysta kis mértékben gömbforma ugyan, de hossz tengelye irányában némileg megnyult; hossza 0·35 mm., legnagyobb átmérője 0·29 mm.; a nyak és a fark alapján gyengén mélyedt; falazatának gyűrűs- és hosszirányú rétege meglehetősen vékony; a belsejét kitöltő, sötétszínű testecskék nagyobbak a nyakéinál és a scolex törzsénél. (2. ábra.)

A fark keskeny alappal indul ki, de aztán hirtelen elszélesedik, lefutásában több helyen elvékonyodik vagy megcsomósodik; belső tömege szemecskés protoplasmának látszik. Hossza körülbelül akkora, mint a cysta, a nyak és az egész scolex együttes hosszasága.

Vizsgálataim folyamán összesen 14 példány állott rendelkezésemre, a melyek különböző termőhelyekről gyűjtött különböző *entomostraca*-fajokból valók. Termőhelyeik: Kisujszállás, Bugac és Félegyháza, gazdáik: *Cyclops vernalis* FISCH.; *Diaptomus Alluaudi* GR. R.; *Diaptomus spinosus* DAD. és *Eucandona hungarica* DAD. A legelső példányokat MRÁZEK A. és MONIEZ R. ismerette, még pedig az első buvár csehországi *Cypria ophthalmicaban* és *Eucypris incongruensben*, az utóbbi franciaországi *Cypria ophthalmicaban* találta. SCHMIDT J. E. németországi *Cypris ovata* (JUR.) = *Eucypris crassa* (O. F. M.) példányokban fedezte fel.

A kifejlődött galandféreg gazdái a házi kacsa (*Anas boschas* dom.), a vad kacsa (*Anas boschas*) és a *Dafila acuta*. Földrajzi elterjedése meglehetősen nagy, a mennyiben ez ideig Pomeraniából, Dániából, Schleswigből, Francia-, Német- és Csehországból jegyezték fel (l. STILES W. 26. p. 39.). Hazánkból eddig még nem jegyezték fel.

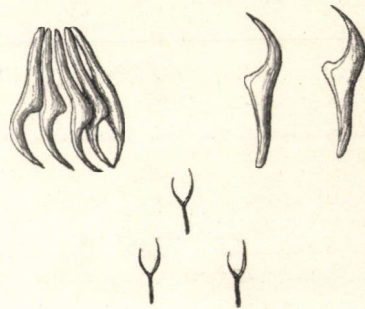
Itt megjegyezhetem azt, hogy a rostellaris horgok alakja és szerkezete alapján a rendelkezésemre állott *cercocystisek* a *Drepanidotaenia temirostris* (RUD.), *Dr. setigera* (FRÖHL.), vagy akár a *Taenia Krabbei* Kow. lárváinak is tekinthetők, de a horgok hossza a tévedést kizárja, a mennyiben a kifejlődött *Drepanidotaenia temirostris*éi 20—23  $\mu$  = 0·02–0·023 mm.; a *Dr. setigera*éi 35—40  $\mu$  = 0·035–0·04 mm., a *Taenia Krabbei*éi pedig 28  $\mu$  = 0·028 mm., holott ezekéi, mint említettem 0·05–0·07 mm. hosszúak, tehát jóval hosszabbak s illetőleg olyan nagyok, mint a kifejlődött *Drepanidotaenia anatinaei*, a melynek horgai STILES W. szerint 65—72  $\mu$  = 0·065–0·072 mm. hosszúak.



5. *Drepanidotaenia sinuosa*. (ZED.)

7. ábra.

Csupán visszahúzódott *cercocystisek* állottak rendelkezésemre, melyeknek cystája többé-kevésbbé fordított tojásforma volt. A cysta hátulso vége mindig többé-kevésbbé hegyesebb a mellsőnél; tölcsernyílása széles, meglehetősen feltűnő; a fark kibocsátására szolgáló nyílás keskeny, erősebben mélyedt; két oldala hátrafelé lejtős, lefutásában egymáshoz mindinkább közeledik; hossza 0·35 mm., szélessége 0·25 mm. A cysta falazatának külső kutikula-burka meglehetősen vékony, míg a gyűrűs- és hosszirányú rostok rétege aránylag vastag, könnyen felismerhető. A két parenchymaréteg majdnem egyforma vastag s a közöttük lévő hézag csak a tölcsernyílás közelében tűnik fel jobban, míg a cysta két oldali falazata mentén erősen elkeskenyedek, majdnem egészen eltűnik. A belső parenchyma-réteg mésztesticskéket tartalmaz, a melyeknek száma, nagysága egyénenként változik; legtömöttebben sorakoznak egymás mellé a tölcsernyílás közelében.



7. ábra. *Drepanidotaenia sinuosa* (ZED.)  
cercocystisének rostellaris és embryo-  
nális horgai.

A scolex a cysta üregét majd kevésbbé, majd jobban kitölti és kocsánya meglehetősen vékony. A rostellum mindig a scolex törzsének üregében pihen, de körvonalai igen gyakran könnyen felismerhetők és körteformának látszik. A rostellaris horgok száma tíz. Az egyes horgok hossza 0·05—0·06 mm. között váltakozik. LINSTOW O. a *Gammarus pulex*-ben talált példányokét 0·049 mm.-nek mérte. A horgokon az alapi és a csúcsrészleteket könnyen megkülönböztethetjük; az alapi részlet gyengén íves, felső csúcsa kis mértékben befelé görbült, meglehetősen hegyes, alsó vége a csúcsrészlet alapján kissé kúpformán kiugró; a csúcsrészlet sarlóformán erősen görbült, közepén mintegy megtörtnek látszik, minek követ-

keztében befelé hajló, meglehetősen meredek ívet ír le; apicalis csúcsa hegyes. (7. ábra.)

A szívókorongok megnyúlt tojásformák, mindkét csúcsuk egyformán kerekített, fölületükön szabálytalanul elszórtan finom sörtécskék emelkednek.

A fark distalis vége rendszeren vékonyabb a proximálisnál, ostorforma, néha azonban majdnem mindenütt egyenlő vastag, vagy pedig helyenként megcsomósodott, illetőleg elvékonyodott. Belső tömege néha parenchyma-sejteket mutat, máskor csak szemecskés protoplasmának látszik. Az embryonális horgok páronként a fark különböző tájain fekszenek, alak és szerkezet tekintetében hasonlítanak a *Drepanidolaenia gracilis* és *Dr. anatina* cercocystiseiéhez, de alsó águk nem oly hosszú, mint az utóbbiaké (7. ábra); hosszúságuk 0.008–0.01 mm. között ingadozik. A fark hossza egyénenként változik, leggyakrabban 2–3-szor hosszabb a cysta hosszánál.

A legelső cercocystis-példányokat HAMANN O. találta a *Gammarus pulex*-ben; ugyane gazdából ismertette LINSTOW O. is. Az *entomotrakák*-ban MRÁZEK A. fedezte fel először, még pedig a következő fajokban: *Cyclops serrulatus* FISCH; *Cyclops viridis* FISCH; *Cyclops vernalis* FISCH. Vizsgálataim folyamán csupán három példány birtokába jutottam s ezeket a félegyházi álló vizekből gyűjtött *Cyclops vernalis*-ban találtam.

A kifejlődött galandféreg az irodalom adatainak tanúsága szerint a házi kacsa (Anas boschas dom.) és a házi ludon (Anser anser dom.) kívül még a következő vízi madarakból ismeretes: *Anas boschas*, *Anas braziliensis*, *Anser anser*, *Dafla acuta* és *Aythya fuligula* (v. ö. STILES W. 26. p. 40.); földrajzi elterjedése pedig Francia-, Német-, Olasz-, Svéd- és Csehország, melyekhez a tőlem talált cercocystisek alapján Magyarország is csatlakozik.

#### 6. *Echinocotyle Linstowi* n. sp.

8. ábra.

Vizsgálataim folyamán visszahúzódt és kibontakozott cercocystiseket egyaránt találtam.

A visszahúzódt cercocystisek cystája majdnem szabály sze-

rint tojásforma s csak kivételesen közelíti meg a gömbformát; a tölsérnyílás vége rendesen valamivel hegyesebb az átellenesnél, mely meglehetősen tompán kerekített. Hossza 0·24—0·27 mm., míg szélessége 0·17—0·24 mm. között váltakozik. Fölületét vékony, szerkezet nélküli kutikula fűdi; gyűrűs- és hosszirányú-rostrétege meglehetősen vékony; parenchyma-rétegei közül a külsőnek sejtjei gyakran igen jól láthatók, míg ellenben a belső csupán szemecskés protoplasma gyanánt tűnik fel és mésztüstecskéket nem tartalmaz. A két réteget elválasztó üreg terjedelme egyénenként változik, legterjedelmesebb azonban a tölsérnyílás körül s a fark alapján.

A scolex a cysta belső üregét többé-kevésbé kitölti, nem egyszer azonban közte s a tölsérnyílás között meglehetősen hézag marad üresen. A rostellum helyzete igen változó, legtöbbször a scolex törzsében pihen s ekkor a rostellaris horgok csúcsrészlete hátrafelé tekint, körvonalai pedig egészen elmosódottak. Nem ritkán azonban a rostellum elhagyja a scolex törzsének belsejét s aztán a cysta üregében különbözőleg görbül, ritkábban úgy, hogy horgai a görbülés daczára is rendes helyzetben vannak, csúcsrészletük hátra tekint, leggyakrabban azonban úgy, hogy horgai csúcsrészletükkel állanak a tölsérnyílás felé. Nem ritkán aztán a rostellum fejcskéje és nyaka is könnyen felismerhetőleg bontakozott ki. A rostellaris horgok száma 10 és mindig bojtforma pamatot alkotnak (8. ábra). Az egyes horgok alapi és csúcsrészletre tagolódtak; alaprészletük meglehetősen íves pálczika, csúcsrészletük sarlóformán görbült; apicalis vége felé fokozatosan vékonyodik és hegyesen végződik, basalis része az alaprészlettel többé-kevésbé feltűnő, kerekített csúcsú halmocskát alkot (8. ábra). A horgok hossza 0·08—0·09 mm. közt változik.

A scolex törzsének kocsánya majd vastagabb, majd vékonyabb és hosszasága is a példányok szerint meglehetősen változik. A szívókorongok egészben véve tojásformák (8. ábra), körületük apró horgocskák harántsoraival borított, még pedig mindkét oldalon átlag 16 horgocskasor emelkedik. Minden egyes horgocskasor 3—4 kis horgocskából áll. A horgocskasoroktól körülzárt belső területen majd ferdén futó harántsorokban, majd szabálytalanul elszórtan, ritkán egyenes harántsorokban 28—32, esetleg még több horgocska is emelkedik, a melyeknek csoportját a szegélyhorgocskák soraitól

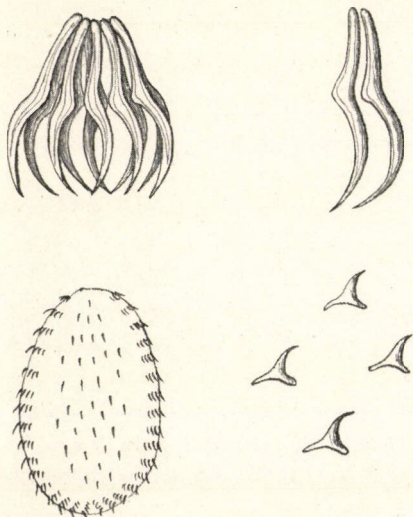


sima, csupasz terület választja el. Az egyes horgocskák alaprészelete mindkét csúca felé vékonyodik, végrészelete gyengén sarlóformán görbült, hegyes (8. ábra). A szívókorongok hossza 0·08—0·09 mm., legnagyobb szélessége 0·59—0·06 mm. között ingadozik.

A fark distalis vége felé többé-kevésbé vékonyodik; hossza az egyének szerint igen ingadozó, általában azonban meglehetősen hosszúnak mondható, a mennyiben 0·6—0·85 mm.-t is elérhet. Belső állománya részint szemecskés protoplasma, részint elszórt

parenchyma-sejtek, melyek különösen a fark tövén tömött sorakoznak egymás mellé.

A kibontakozott cercocystis rostellumának feje körteforma, homlokán kis, világosan szemecskés plasma-kiemelkedést visel; belsejét szemecskés protoplasma és tömlőforma mirigyek töltik ki. Hossza 0·07—0·08 mm., legnagyobb szélessége pedig 0·065—0·07 mm. között változik. A rostellaris horgok alak, szerkezet és nagyság tekintetéből is teljesen megfelelnek a visszahúzódtott cercocystisének. A rostellum nyaka valamicské-



8. ábra. *Echinocotyle Linstowi* n. sp. cercocystisének horgai, szívókorongja és ennek horgocskái.

vel mindig keskenyebb a fejnél s majd csak oly hosszú, majd pedig kevéssel hosszabb, a mennyiben 0·075—0·085 mm. között ingadozik. Egész tömege sötéten és meglehetősen durván szemecskés protoplasmából áll, a melyben azonban a tömlőforma sejtek is felismerhetők, különösen a rostellum fejének közelében.

A scolex törzse többé-kevésbé dinnyeforma, rendesen szélesebb, mint a milyen hosszú. Hossza 0·085—0·1 mm., szélessége pedig 0·1—0·12 mm. között ingadozik. Belső tömege sötét színű, meglehetősen nagy gömbölyű testecskéket tartalmaz. A szívókorongok

olyanok, mint a visszahúzódtott cercocystisekéi, legfeljebb méreti viszonyaik valamivel nagyobbak.

A kibontakozott példányok között azonban találtam egy olyant is, a melynek rostelluma teljes egészében a scolex törzsének belsejében pihent, úgy azonban, hogy fejének körvonalai igen jól megkülönböztethetők voltak. A scolex törzse a belsejében levő rostellum hatására elől meglehetősen kipuposodott, hosszredős s a szabad rostellummal bírókénál sokkal nagyobbnak, bunkóformának látszott.

A nyakrészlet egész lefutásában majdnem mindenütt egyenlő vastag, hengeres, a közepén azonban kevésbé vastagabb, mint a scolex törzsével s a cystával közlekedő vége. Hosszasága majd többel, majd kevesebbel, de mindig meghaladja az egész scolexét, beleértve a rostellumnak s a törzsnek együttes hosszát, a mennyiben 0.25—0.35 mm. között változik, vastagsága átlagosan 0.07 mm. Belsejét sötétszínű, gömbölyű testecskékkel telt parenchyma tölti ki.

A cysta többé-kevésbbé rövid dinnyeforma, hossza átlag 0.11—0.12 mm., szélessége pedig 0.132—0.148 mm. között változik. Fölületét sima, vékony kutikula borítja. Gyűrűs- és hosszirányú rostrétege meglehetősen fejlett. Belsejét a sötétszínű, meglehetősen nagy, gömbölyű testecskék tömege tölti ki.

A fark ugyanolyan szerkezetű, mint a visszahúzódtott példányoké és hosszúsága is épen oly tág határok között ingadozik.

Az embryonális horgokat egyetlen példányon sem sikerült megtalálnom.

Egy alkalommal oly forma tömlőt is találtam egy példányban, a melyet MRÁZEK AL. igen fiatal fejlődési stadiumnak jelzett. Ennek testén fejszerű kiemelkedést és törzset lehetett megkülönböztetnem, de rajta a rostellaris horgoknak semmi nyomát sem találtam s a szívókorongok is csupán sötétebb udvarok gyanánt tűntek fel.

Vizsgálataim folyamán 58 cercocystis-példány állott rendelkezésemre, még pedig 53 a Góbi sivatag «Chermin cagan nor» tavából gyűjtött *Diaptomus asiaticus* ULL., öt a bugaczi pusztá álló vizeiből való *Diaptomus spinosus* DAD. fajból. Ezek kétségtelenül egy új, még eddig le nem irt galandféreg-fajnak a lárvái,

melyet O. v. LINSTOW, a jeles helminthologus tiszteletére kívánok elnevezni. A közelrokon *Echinocotyle Rosseteri* BLANCH. fajtól egyfelől rostellaris horgainak alakja és méreti viszonyai, másfelől szívókorongjainak szerkezete miatt különbözik, mert az említett faj szívókorongjainak közepén harántul rendeződött horgocsák hosszsora emelkedik.

### 7. *Echinocotyle Mrázeki* n. sp.

MRÁZEK A. 1896. évi dolgozatában (15. p. 13. 14. Taf. Fig. 2. a. b.) a *Boeckella brasiliensis* LUBB. fajból egy cercocystist ismertet, a melyet szívókorongjainak szerkezete alapján az *Echinocotyle* BLANCH. genus tagjának nyilvánít, de species-névvel nem jelöli meg. A szívókorongok szerkezete MRÁZEK AL. leírása után ugyan nagy mértékben hasonlít az *Echinocotyle Rosseteri* BLANCH. fajéhoz, de a rostellaris horgok alakja már annyira különbözik, hogy daczára MRÁZEK AL. következő megjegyzésének: «Die Haken meiner Form sind viel stärker gebogen als bei *Ech. Rosseteri*, doch in Betracht der Tatsache, dass die Hakenform immerhin innerhalb gewisser Grenzen variiren kann, und dass weiter es manchmal schwierig ist eine gute, genaue Abbildung der Tanienhaken zu liefern, da dieselben nicht immer leicht in die gewünschte Lage zu bringen sind etc.» (15. p. 14.), én különálló faj képviselőjének tekintem és leírójának nevéből «*Echinocotyle Mrázeki* n. sp. gyanánt jegyzem fel.

E faj jellemeit MRÁZEK AL. leírása alapján az alábbiakban foglalom össze.

A cysta alakja és nagysága hasonlít a *Drepanidotaenia setigera* és *Drepanidotaenia lanceolata* cercocystiséihez, tehát többé-kevésbbé gömbforma és 0.2 - 0.3 mm. hosszú lehet. A szívókorongok két oldalán és középvonalában haránttüskesorok egy-egy hosszsora emelkedik. Mindenik haránttüskesor 1 - 5 tüskéből áll, de számuk a hosszsorok közepétől mindkét csúcs felé csökken; hosszúságuk 0.01 mm.

A rostellaris horgok száma 10. Minden egyes horog 0.35 mm. hosszú és alapi meg csúcsrészletre tagolódott. Az alapi részlet hegyes ékforma, a csúcsrészlet felé szélesedik s ezzel tompa zugot

alkot. A csücsrészlet erősen görbült, horogforma, az alapi részletnek  $\frac{2}{3}$ -ánál nem sokkal hosszabb.

Az előzőekben ismertetett fajokon kívül vizsgálataim folyamán a Góbi sivatag «Chermin cagan nor» tavából származó *Diapatomus asiaticus* ULLJ. nevű copepod-rákocskában még négy más új galandféregfaj, névszerint a *Drepanidotaenia Rátzi* n. sp., *Taenia Zichyi* n. sp., *Drepanidotaenia mesocantha* n. sp. és *Echinocotyle polyacantha* n. sp. cercocystiseit is sikerült megtalálnom, a melyeknek leírását és rajzaít azonban más helyen, nevezetesen a *Zichy-expeditio* munkálataiban fogom közzé tenni.

### Irodalom.

1. BLANCHARD R., Notes sur les migrations du *Taenia gracilis* KRABBE. — Bull. Soc. Zool. de France. Tom. 1891. p. 119 122.
2. " Notices helminthologiques. — Mém. Soc. Zool. de France. Tom. 14. 1891. pag. 420.
- 2a. BRAUN M., Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. 4. Würmer. Lief. 56 58; 1898. pag. 1563. 1573—1578. 1607 1608.
3. DADAY J., A Magyarországon eddig talált szabadon élő evezőlábú rákok magánrajza. — Math. termtud. közl. 1885.
4. GRUBER A., Ein neuer Cestoden-Wirth. — Zool. Anz. I. Jahrg. 1878. p. 74.
5. HAMANN O., In Gammarus pulex lebende Cysticercoiden mit Schwanzanhängen. — Jen. Zeitschr. f. Naturw. N. F. Bd. 17. 1889. p. 1. Taf. 1.
6. " Neue Cysticercoiden mit Schwanzanhängen. — Jen. Zeitschr. f. Naturw. N. F. Bd. 19. 1891. p. 553. Taf.
7. LINSTOW O. v., Ueber den Cysticercus *Taenia gracilis*, eine freie Cestodenart des Barsches. — Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 8. 1872. p. 535. Taf. 21. Fig. 1 -5.
8. " Beobachtungen an Helminthenlarven. — Arch. f. m. Anat. Bd. 39. 1892. p. 325. Taf. 15.
9. " Beobachtungen an Vogeltanien. — Centralbl. f. Bakt. u. Paras. Bd. 12. 1892. Nr. 15. p. 501.
10. " Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Tanien. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 42. p. 442. Taf.
11. " Helminthologische Mittheilungen. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 48. 1896. p. 375. Taf. 15.
12. MONIEZ R., Sur les Cysticercques des Ostracodes d'eau douce. — Revue biol. Nord de la France. 1891. Nr. 1. p. 25.

13. MRÁZEK A., O cysticerkoidech našich korýšů stadkovodních. - Sitzungsber. kön. böhm. Ges. d. Wiss. 1890. p. 226. Taf. 2.
14. " Příspěvky k vývojezpytu některých tasemnic ptačích. --- Sitz. kön. böhm. Ges. d. Wiss. 1891. p. 97. Taf. 2.
15. " Zur Entwicklungsgeschichte einiger Tænien. - Sitzungsber. kön. böhm. Ges. d. Naturw. 1896. Nr. 38. Taf. 1.
16. RICHARD J., Sur la présence d'un Cysticerkoide chez un Calanide d'eau douce. --- Bull. Soc. Zool. de France. Tom. 17. p. 17. 1892.
- 16a. " Essai sur les Crustacés considérés dans leurs rapports avec l'hygiène, la médecine et la parasitologie. Lille. 1900.
17. ROSSETER J. B., Cysticerkoids parasitic in Cypris cinerea. Journ. of Micr. and Anat. Science. 1890. p. 241. Pl. 16, 17.
18. " Sur un Cysticercoide des Ostracodes, capable de se développer dans l'intestin du Canard. - Bull. Soc. Zool. de France. Tom. 16. 1891. p. 224.
19. " On a new Cysticercus and a new tapeworm. — Journ. Quek. Micr. Club. London. Tom. 4. Nr. 30. 1892. pag. 361. Pl. 12, 13.
20. " On the Cysticercus of Tænia microsoma and a new Cysticercus from Cyclops agilis. - Ibid. Tom. 5. Nr. 32. 1893. p. 179. Pl. 10.
21. " On Cysticercus quadricurvatus Ross. — Ibid. Tom. 5. Nr. 34. 1894. p. 338. Pl. 17.
22. SALMON D. E., Tapeworms of poultry. -- U. S. Department of Agriculture, bureau of animal industry. Bull. Nr. 12. 1896.
23. SCHMEIL O., Beiträge zur Kenntniss der Süßwasser-Copepoden Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Cyclopiden. 1891. p. 19.
24. SCHMIDT J. E., Die Entwicklungsgeschichte und der anatomische Bau der Tænia anatina KR. — Arch. f. Naturg. 60. Jahrg. 1894. p. 6. Taf. 6.
25. SCOTT TH., Notes on a small collection of freshwater ostracoda from the Edinburgh district. -- Proc. of the Roy. phys. soc. of Edinburgh. Tom. 10. 1890—91. pag. 313. fig. 1.
26. WARDELL STILES, Report upon the present knowledge of the tapeworms of poultry. Pl. 21. -- U. S. Department of agriculture, Bureau of animal industry. Bullet. Nr. 12. 1896.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 május 21.-én tartott üléséből.)



# VIZSGÁLATOK A MÁGNESEZÉS MECHANIKAI HATÁSAIRÓL.

TANGL KÁROLY-tól.

## BEVEZETÉS.

1. A mágnesezésnek mechanikai hatásaira vonatkozó vizsgálataim azon eredményre vezettek, hogy a nikel rugalmassági modulusa a mágnesezéssel nagyobbodik, a vasé egy maximumig növekszik, azután kisebbedik.\* WERTHEIM és újabban SHAKESPEAR azt találták, hogy a vas rugalmassági modulusa a mágnesezéssel kisebbedik. Az eredmények ellenkezését több tényező okozhatja. Úgy WERTHEIM, mint SHAKESPEAR körülbelül hatszor oly vastag drótot vizsgáltak, mint a melyet én használtam, továbbá a drótot hosszú ideig mágnesezték. E két tényező befolyásáról pedig az eddigi kísérletek felvilágosítást nem adnak. A két észlelő értekezéséből továbbá nem vehető ki, milyen volt a drót eredeti megterhelése, pedig a megterhelés is befolyásolhatja a drót viselkedését a mágnesezéssel szemben. Mindenekelőtt az utóbbi tényezőnek befolyását vizsgáltam. Hogy éppen ezen irányban folytassam vizsgálataimat, arra a következő megfontolás indított.

Ha a mágneses térbe helyezett drót rugalmassága változik, akkor ezt annak kell betudnunk, hogy a külső mágneses erő megváltoztatja a részecskék kölcsönös elhelyezkedését és egymásra gyakorolt erejét. Igen valószínű, hogy utóbbi két változás közvetlenül a külső mágneses erő létesítette mágnesezés intenzitásától

---

\* A mágnesezés hatása a rugalmassági modulusra (Math. és Term. Értesítő 18. köt.)

függ. A megterhelésnek, feszítésnek pedig a vas mágnesezési együtt-hatójára igen érezhető befolyása van, mint az a számos idevágó kísérletből kitűnt, és pedig kis mágnesező erő mellett a mágnesezés a megterheléssel nagyobbodik, nagy mágnesező erő mellett ellenben kisebbedik, egy bizonyos mágnesező erő mellett pedig nem változik (VILLARI-féle kritikus pont).

Tekintve hogy a mágnesezés a megterheléssel ily különös módon változik, nem látszott lehetetlennek, hogy a mágnesezésnek hatása a rugalmasságra is módosulni fog a megterheléssel. Az ezen kérdés felderítésére végzett kísérleteim tényleg különös eredményre vezettek.

### I. A kísérletek berendezése.

2. A kérdés megvizsgálására ugyanazon módszert használtam, mint az előbb említettem vizsgálatnál. Magát az eszközt azonban az ott leírt alakban nem használhattam. Hogy t. i. a megterhelés befolyása világosan kitűnjék, kívánatos volt, hogy a megvizsgálandó drót megterhelését nagy közökben, közel a szakadás határáig változtassam, 100 gr.-tól közel 1000 gr.-ig. Ekkora megterhelést azonban a bifilaris megterhelés nem bír ki. De ha ki is bírná, még akkor sem volna hasznavehető, mert érzékenysége annyira leszállna, hogy vele olyan kis változásokat, mint a milyenek itt szóba jönnek, mérni nem lehetne. A bifilaris felfüggesztés érzékenységét, mint láttuk, ugyanis a következő képlet szolgáltatja:

$$\partial\varphi = \frac{n \sin \frac{\varphi}{n}}{\frac{\tau}{x} + \cos \frac{\varphi}{n}} \frac{\partial x}{x},$$

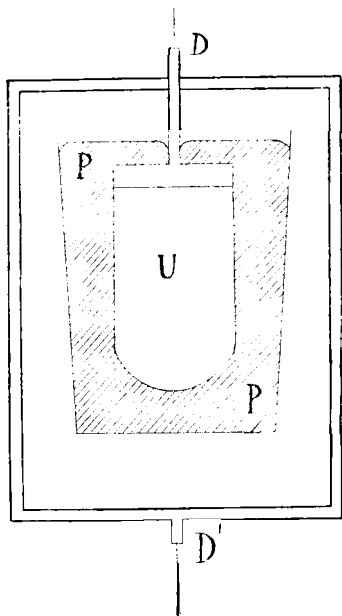
hol  $x$  a felfüggesztés megterhelésével arányos mennyiség; ha  $x$  változik  $\partial x$ -val, fenti képlet adja a felfüggesztés megfelelő elcsavarodását,  $\partial\varphi$ -t. Közvetlenül látható, hogy  $\partial\varphi$   $x$ -val, tehát a megterheléssel majdnem fordítva arányos. A vasnak mágneses hosszváltozása pedig oly kicsiny, hogy eszközünk 75 gr. megterhelésnél még elég jól használható volt; ennél nagyobb megterheléseknél azonban a kitérések már oly kicsinyek lettek volna, hogy belőlök következtetést vonni igen merész vállalkozás volna.

3. Az eszközön némi változtatásokat téve elértem, hogy a megvizsgálandó drót megterhelése akár 1000 gr. is lehetett. A megvizsgálandó drótot közvetlenül egy higanyba merülő testhez erősítettem, utóbbit pedig a bifilarishoz. A higanyba merülő testre ható felhajtó erő részben kompenzálta a drótot feszítő súlyt s így a bifilaris felfüggesztésre ható megterhelés sokkal kisebb volt; a higanyba merülő test méreteit alkalmasan választva pedig a bifilaris megterhelést körülbelül 40 gr.-ra szállítottam le, úgy hogy érzékenyebb volt, mint az előző kísérleteknél. Ezen berendezésnek megvolt ama nagy előnye, hogy ez eszköz érzékenysége a vizsgálandó drót minden megterhelésénél egyforma volt. Talán elég lesz, ha az eszköz részletes leírására hivatkozva, e helyen csak a változtatások leírására szorítkozom.

Maga a bifilaris felfüggesztés és az annak megcsavarását ellensúlyozó rugalmas drót *ABD* ugyanaz maradt, mint előbb volt. A *CD* rugalmas drótot azonban nem kapcsoltam közvetlenül a vizsgálandó drótot hordó *DE* sárgaréz rudhoz, hanem közbe iktattam egy 3 mm. vastag sárgaréz drótból készült négyszögletes keretet (1. ábra). A kerethez az ábrán látható módon két mm. vastag sárgaréz drót közvetítésével *U* zárt üres üveg hengert erősítettem; ennek felső lapján jól elzárható nyílás volt, hogy a hengerbe higanyt lehesen tölni. Az üveghenger a *P* pohárban lévő higanyba (sraffozott rész) teljesen alámerült. A *P* pohár az eszköz állványához volt erősítve. A keret *D* pontjához kapcsoltam a *CD* rugalmas drótot, *D'* pontjához pedig a vizsgálandó drótot hordó *DE* rudat. A henger méreteit alkalmasan választva és kellő mennyiségű higanyt töltve bele, mindig el lehetett érni, hogy a hengerre ható hidrosztatikai felhajtó erő a vizsgálandó drót megterhelését részben kompenzálja és a keretre működő összes erő körülbelül 40 gr.-ot tegyen ki. A bifilaris felfüggesztés megterhelése ily módon csak 40 gr. volt, míg a vizsgálandó drót megterhelése tetszőlegesen választható érték lehetett. A keret gondosan készült, hogy felső és alsó felfüggesztési pontja *D* és *D'*, az üveghenger kiszorította higany súlypontjával lehetőleg egy egyenesbe essék, és így függélyes állása biztosítva legyen. Az eszköz berendezésén különben egyéb változtatás nem történt.

4. A mágneses hossz- és feszültség-változás mérése ugyanúgy

történt, mint azelőtt. A hosszváltozás mérésénél a vizsgálandó dróton lógó üveghenger higanyon uszott, a feszültségváltozás mérésénél pedig a drót alsó vége rögzítve volt. A keret közbeiktatása a mérés elvén semmit sem változtat. Ha ugyanis a mágnesezett drót megrövidül és a higany niveau emelkedésével a bifilaris felvette eredeti egyensúlyi helyzetét, akkor az egész eszköz megterhelése ugyanaz, mint a mágnesezés előtt, a bifilaris alsó vége, a keret és a mágnesezett drót felső vége is ugyanazon



1. ábra.

magasságban van, mint volt, a keret deformációt nem szenved s így a higany niveau emelkedése adja a megrövidülés értékét.

Ha a drót alsó vége rögzítve van és a mágnesezett drót megrövidül, feszültsége nagyobbodik; a keret alatt levő csészéről *L*-ről súlyokat levéve, a bifilarist visszaviszszük eredeti egyensúlyi helyzetébe; akkor ismét a bifilarisra, a keretre ható erő ugyanaz, mint előbb, tehát a vizsgálandó drót felső vége is ugyanolyan magasságban van, mint előbb; a drót feszültsége nagyobb, mint nem

mágnesezett állapotban; a feszültség nagyobbodását a súlyok levevésével kompenzáltuk.

Hogy különben a keret közbeiktatása nem képez új hibaforrást, arról legjobban úgy lehetett meggyőződni, hogy úgy a vásra, mint a nikelre ugyanazt az eredményt kaptam, akár közbe volt iktatva a keret, akár nem.

5. A mérések megkezdése előtt meggyőződtem, hogy a bifilaris kitérései csak a hossz-, illetve feszültségváltozásból származnak, nem pedig valami más erőből. A vasdrót helyébe platina-drótot téve, a mágnesezés semmiféle kitérést sem létesített. A vizsgálándó drótra az alsó üveghenger helyett más súlyt akasztottam, mely egészen szabadon lógott rajta, higanyba nem merült; a mágnesező tekercsbe áramot bocsátva, az eszköz egyensúlyi helyzete nem változott.

A vassal végzett kísérleteimnél az eszköz érzékenysége nagyobb volt mint előbb; a bifilaris megterhelése ugyanis csak 40 gr. volt. 1 osztályrésznyi kitérés  $2,022 \cdot 10^{-4}$  mm. hosszváltozásnak felelt meg. A nikelt vizsgálva az érzékenység ugyanaz volt, mint a már ismertetett méréseknél, nagyobb érzékenységnél a kitérések oly nagyok lettek volna, hogy a bifilaris gyors lengései mellett a fordulópontokat nem lehetett volna biztosan észlelni.

A mágnesező áram intenzitását tangens galvanométerrel mértem, úgy mint azelőtt.

A kísérletek menetében semmi változás sem történt.

## II. Észlelések.

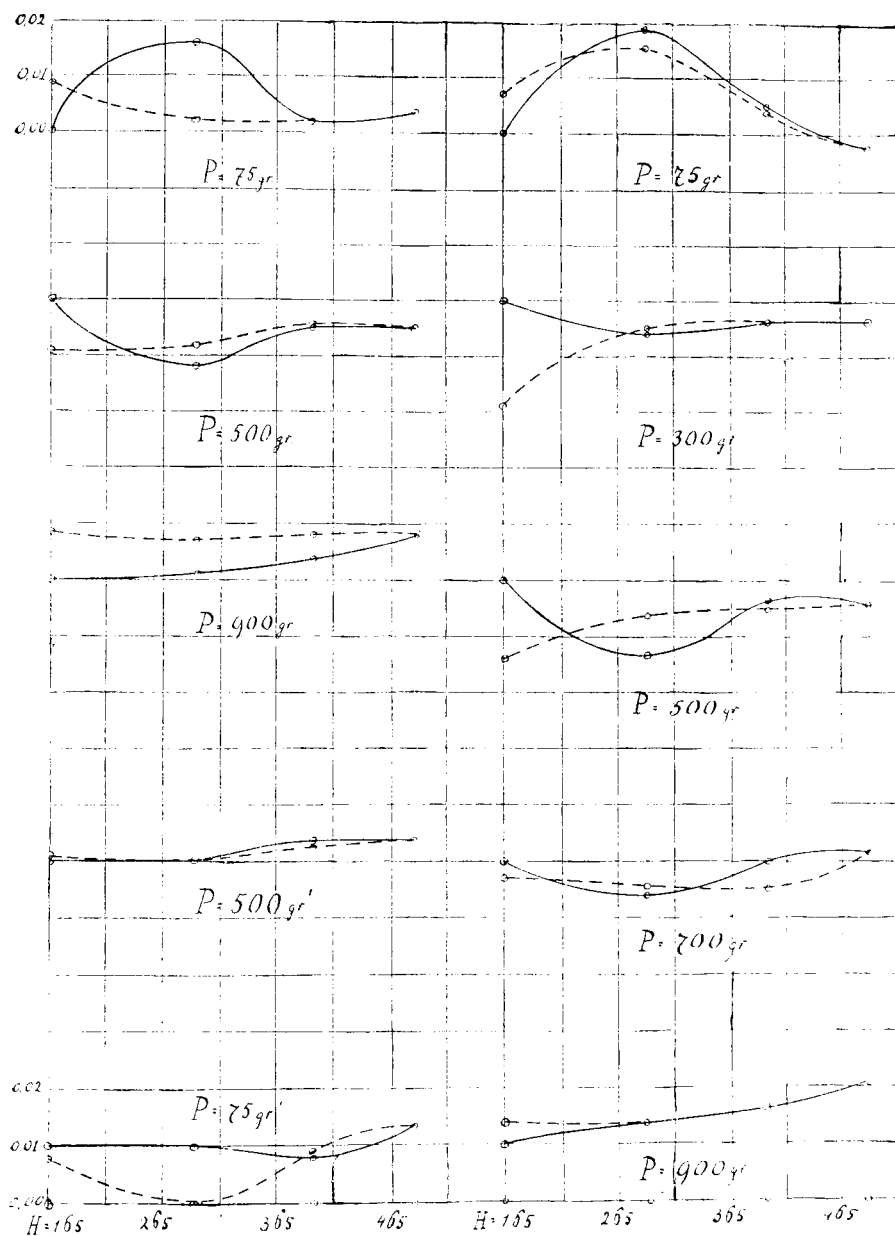
6. Tekintve a végzett mérések nagy számát, magoknak a kitéréseknek értékeit in extenso nem is közlöm, úgy mint előbbi értekezésemben; igen sok helyet vennének igénybe s különben magoknak a kitéréseknek értéke kevésbé érdekel. Elég talán, ha megjegyzem, hogy azok 15 skálarésztől körülbelül 120-ig terjedtek; a skálarész tizedrésze még jól becsülhető. E helyen elsősorban a hossz- és feszültségváltozásoknak megfelelő kitérések viszonya érdekel, a mennyiben a rugalmassági modulus ezen viszonygyal arányos, a mint azt idézett értekezésemben kifejtettem. Ezen viszonyok értékeit, a mint azok az egymásra következő észlelési

sorozatokból adódnak, részletesen közlöm, de kissé más alakban mint az előbb említett helyen. Ott oly formában közöltem, hogy megadtam azt a megterhelést, mely a drótot  $\frac{1}{100,000}$  részszel nyújtja. Ez az érték szintén arányos a kitérések viszonyával. Ezen értékekből csak azt lehetett eldönteni, hogyan változik a modulus a mágnesezéssel, viszonyítva a legkisebb használt mágnesezéshez tartozó értékhez. Ezért czélszerű az összes modulusokat kezdettől fogva azon modulushoz viszonyítani, mely a legkisebb fellépő mágnesezéshez tartozik; utóbbit egyenlővé teszszük egygyel. Ezen értékeket fogom közölni, melyek, a mint közvetlenül látható, arányosak a megfelelő kitérések viszonyával.

Ezen alakban az eredmény a legátnézetesebb, közvetlenül adja a modulus százalékos változását, azonkívül az egyes mérési sorozatok egyforma menete is jobban kitűnik.

A legkisebb megterhelés, melyet alkalmaztam, ugyanaz, mint a melyet előző kísérleteimmél használtam: 76 gr. a vasnál, 100 gr. a nikelnél. Tettem ezt azért, hogy meggyőződjem, vajjon a többször említett keret nem képez-e valami új hibaforrást, mely az eredményeket meghamisítja. A megterhelést azután nagy ugrásokban változtattam, hogy a drót viselkedésében előálló változások annál biztosabban kitűnjenek. A legnagyobb megterhelés, melynél észleltem, 900 gr. volt; ennél nagyobb megterhelés az eszköz méretei folytán nagyon alkalmatlan lett volna; a vasdrót szakadási határa 1550 gr. volt. Ekkora megterhelés a drótban állandó deformatiót létesített; hogy ennek hatása a modulus változására kitűnjék, a legnagyobb megterhelés után fokozatosan kisebbítettem a megterhelést és újból vizsgáltam a drótot.

Hogy a rugalmas utóhatások befolyását lehetőleg kiküszöböljem, a drótot már egy nappal előbb megterheltem azzal a súlylyal, melynél észlelni akartam. Ezután is, a míg a mérési sorozatot be nem fejeztem, a drótot ugyanennyire megterhelve hagytam, úgy hogy ezen megterhelés alól csak azon néhány másodpercze szabadult fel, mely kellett, hogy a drótot a tekercsbe beletegyem és az alsó üveghengerrel összekapcsoljam.



2. libra.

*I. Vasdrót.*

A drót hossza     —     —     —     —     901.0 mm.

A drót átmérője     —     —     —     —     0,13 mm.

8. A következő táblázatokban  $E$  alatt közölt számok arányosak a hossz- és feszültségváltozásoknak megfelelő kitérések viszonyával, a mint azokat az egymásra következő egyes mérési sorozatok szolgáltatták; arányosak egyszersmind a rugalmassági modulussal.  $H$  jelenti a mágnesező erő intenzitását abszolút CGS egységekben.

*a) Megterhelés 75 gr.*

$H$	165	293	396	484	396	293	165
$E$	1,000	1,012	1,007	1,017	1,012	1,002	1,007
	1,000	1,022	1,010	1,003	1,000	0,990	0,995
	1,000	1,015	1,000	1,007	0,999	0,990	0,995
	1,000	1,020	0,998	1,005	1,006	1,008	0,995
	1,000	1,025	1,008	1,010	1,013	1,012	1,029
	1,000	1,020	1,005	1,004	1,000	1,005	1,029
	1,000	1,006	0,994	0,993	0,988	0,995	1,008
	1,000	1,013	1,002	1,000	1,000	1,000	1,014
	1,000	1,005	0,997	0,997	1,000	1,002	1,009
	1,000	1,015	1,000	1,003	1,005	1,012	1,009
Közép	1,000	1,016	1,002	1,004	1,002	1,002	1,009

*b) Megterhelés 500 gr.*

$H$	165	293	396	484	396	293	165
$E$	1,000	0,992	1,006	1,002	1,008	1,002	0,998
	1,000	0,987	0,996	0,994	0,995	0,986	0,983
	1,000	0,990	0,993	0,991	0,996	0,987	0,991
	1,000	0,985	0,988	0,993	0,993	0,985	0,987
	1,000	0,988	0,993	0,993	0,992	0,991	0,995
	1,000	0,989	0,997	0,993	0,992	0,992	0,995
	1,000	0,982	0,995	0,995	0,995	0,995	0,983
	1,000	0,983	0,983	0,995	0,986	0,990	0,981
	1,000	0,989	0,997	1,001	1,000	0,995	0,998
	1,000	0,991	0,998	1,008	1,005	0,992	0,997
Közép	1,000	0,988	0,995	0,995	0,996	0,992	0,991



## c) Megterhelés 900 gr.

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	0,995	1,001	1,013	1,007	1,003	1,011
	1,000	0,999	1,006	1,009	1,007	1,001	1,002
	1,000	1,004	1,007	1,002	1,008	1,006	1,009
	1,000	1,002	1,004	1,002	1,008	1,012	1,013
	1,000	1,000	1,001	1,003	1,007	1,012	1,002
	1,000	1,007	1,007	1,008	1,010	1,014	1,004
	1,000	1,007	1,013	1,019	1,023	1,017	1,027
	1,000	0,995	0,999	1,008	1,005	0,993	1,017
	1,000	1,000	1,005	1,007	0,999	1,000	1,000
	1,000	1,002	1,010	1,010	1,010	1,007	1,000
Közép	1,000	1,001	1,004	1,008	1,008	1,007	1,008

900 gr.-nál nagyobb megterhelésnél nem végeztem méréseket. Hogy a drótban létesített állandó deformatio hatása is kitűnjék, a drótot újból észleltem 500 gr., azután 75 gr. megterhelésnél. A táblázatokban 500 gr.' és 75 gr.' azt akarja feltüntetni, hogy az észlelés a maximális megterhelés után történt.

## d) Megterhelés 500 gr.'

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	1,005	1,006	1,000	0,998	1,000	1,008
	1,000	1,006	1,014	1,003	1,009	1,019	1,027
	1,000	1,005	1,007	1,011	1,004	1,007	1,002
	1,000	1,000	0,998	1,009	0,998	0,983	0,985
	1,000	0,999	1,005	1,001	1,001	1,001	0,998
	1,000	0,999	1,001	0,993	0,990	0,999	0,993
	1,000	0,997	0,996	0,994	0,998	0,995	0,992
	1,000	0,997	1,004	1,003	1,012	0,997	0,996
	1,000	0,989	1,003	1,004	1,006	1,001	1,006
	1,000	0,999	1,001	1,007	1,008	0,995	1,002
Közép	1,000	1,000	1,003	1,003	1,002	1,000	1,001

## e) Megterhelés 75 gr.'

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	0,996	1,014	1,019	1,003	0,990	0,998
	1,000	0,988	1,003	1,005	0,998	0,981	0,996
	1,000	0,983	0,996	0,995	0,998	0,976	0,997
	1,000	0,995	0,999	1,004	1,002	0,991	0,997
	1,000	0,992	0,988	0,998	0,992	0,990	0,997
	1,000	0,994	0,989	0,997	0,987	0,984	0,993
	1,000	0,995	0,994	0,999	0,987	0,987	0,990
	1,000	1,000	0,993	0,993	1,006	0,999	1,004
	1,000	1,003	1,001	1,008	1,014	1,003	1,010
	1,000	1,005	1,002	1,012	1,003	1,001	0,996
Közép	1,000	0,995	0,998	1,003	0,999	0,990	0,998

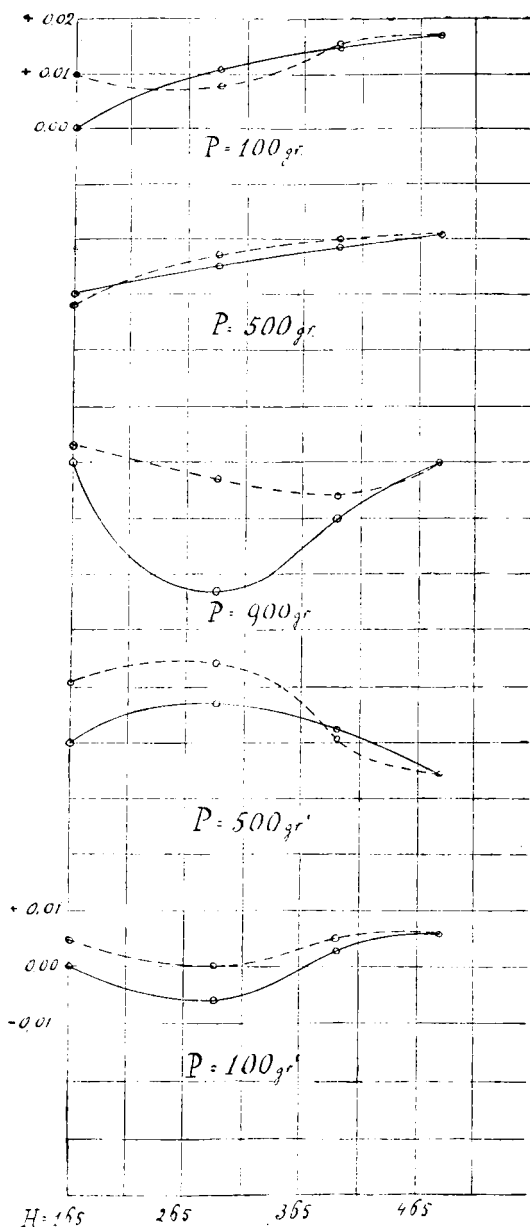
9. Az első táblázatot a régebbi észlelésekkel összehasonlítva, a megegyezés kielégítőnek mondható ; mindkét esetben az észlelés  $H = 290$  körül a modulusra maximumot ad ; ezen túl a régebbi észlelések kisebb változást mutatnak, mint a mostaniak. Összehasonlítás kedvéért a következő táblázatban a régi észleléseket az újakkal szembeállítottam :

$H$	Régi		Új
	I. drót	II. drót	
165	1,000	1,000	1,000
293	1,017	1,019	1,016
396	1,013	1,013	1,002
484	1,010	1,015	1,004
396	1,014	1,017	1,002
293	1,015	1,014	1,002
165	1,015	1,013	1,009

Tekintetbe kell azonban vennünk, hogy ilyen eltérések egyik drótról a másikra megengedhetők, azonkívül a jelen esetben az eszköz érzékenyebb volt ; hozzájárul még, hogy a régi észlelések éppen  $H = 400$ ,  $H = 460$  esetében nagyobb ingadozásokat mutatnak, mint a mostaniak. A  $H = 293$ -nál beálló maximum minden egyes észlelési sorozatból egész határozottan kitűnik, élesebben, mint a régebbi meghatározásokban.

A mi a többi táblázatot illeti, látható, hogy ha a megterhelés nagyobbodik, a vas viselkedése lényegesen megváltozik, 500 gr.-nál az előbbi maximum teljesen eltűnik, helyébe egész határozott minimum lép, a mint ez minden egyes sorozatból kitűnik. 900 gr. megterhelésnél a drót viselkedése újból lényegesen más, a mennyiben a modulus lassan emelkedik. Ezen maximális megterhelés után kisebbitve a megterhelést, a vas magatartása már csak keveset változik ; 500 gr. az előbbinél még lassúbb emelkedést mutat, míg 75 gr.-nál  $H = 293$ -nál kis minimum áll be. Ebből azt a következtetést lehet vonni, hogy a vas szerkezetét főképen az az állandó deformatio változtatja meg, melyet a nagy megterhelés létrehoz. Az állandó deformatio beállta után a megterhelésnek sokkal kisebb befolyása van a modulus változására.

10. A vas magaviseletének ezen sajátzerű megváltozása ki-



3. ábra.

vánatosá tette, hogy közbeeső megterheléseknél is végezzen kísérleteket s keressem, vajjon az egyes állapotok közt megvan-e a folytonos átmenet. Azért az előbbi méréseket egy második vasdróton megismételtem, közben azonban 300 és 700 gr. megterhelésnél is megvizsgáltam. A mennyiben az ezzel végzett mérések inkább ellenőrző jellegűek, nem lesz talán szükséges, hogy erről ily részletes táblákat közöljek, elég lesz talán, ha a mérések középértékét adom.

## II. Vasdrót.

Hossza	901,0 mm.
Átmérője	0,13 mm.

H	Megterhelés				
	75	300	500	700	900
165	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
293	1,019	0,994	0,987	0,994	1,004
396	1,005	0,996	0,997	1,000	1,006
484	0,998	0,996	0,996	1,002	1,011
396	1,004	0,996	0,995	0,995	1,006
293	1,016	0,995	0,994	0,996	1,004
165	1,007	0,981	0,986	0,997	1,004

Összehasonlítva az I. vasdrótra talált értékekkel, látható, hogy különösen 500 és 900 gr. megterhelésnél a megegyezés gyönyörű; nagyobb eltérés mutatkozik 75 gr. megterhelésnél; az eltérések olyan rendűek, mint a milyeneket az I. vasdrótra vonatkozó észlelések és régebbi adatok mutatnak,\* a mi csak megerősíti azon feltevést, hogy ama eltérések nem a többször említett keret közbeiktatásából származnak.

Ugyancsak valamivel nagyobb eltérés mutatkozik a kisebbedő mágnesező erőhöz tartozó értékekben. Ezen értékekre valószínűleg az előzetes mágnesezés időtartama, az azóta eltelt idő is befolyással bír, e két tényező egyformaságára pedig nem fordítottam nagy gondot. A felfelé és lefelé menő mágnesezéshez tartozó modulusok különbsége valószínűvé teszi, hogy a drót csak többszöri ilyenmő

\* I. előbbi fejezet.

mágnesezés után jut bizonyos végállapotba. Érdekes volna a vizsgálatokat ez irányban folytatni, nevezetesen kiegészíteni az észleléseket ellenkező irányú mágnesezésre; a vas mágnesezésében fellépő hysteresishez hasonló jelenség várható itt is.

A mi a 300 és 700 gr. megterhelésre vonatkozó eredményeket illeti, azok igen jól beleilleszkednek a többi sorozatba; szépen mutatják a folytonos átmeneteket az egyik állapottól a másikba.

A legnagyobb megterhelés után kisebbeknél nem észlelhettem, mert közben a drót elszakadt.

A vasma vonatkozó eredményeket szemléltető módon foglalják össze a 2. ábrán látható görbék; abszcissa a mágnesező erő, ordinata a modulus percentualis változása, kiindulva a  $H = 165$ -hez tartozó értékből; a szaggatott görbe a visszamenő mágnesezésnek felel meg.

11. Vason kívül a nikelt is vizsgáltam 100 gr.-tól 900 gr.-ig terjedő megterhelésekkel. A drót szakadási határa közel 1300 gr. Az eredményeket ugyanolyan alakban közlöm, mint a vasnál.

*Nikeldrót.*

Hossza ..... 901,0 mm.  
Átmérője ..... 0,15 mm.

*a) Megterhelés 100 gr.*

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	1,019	1,025	1,032	1,026	1,021	1,046
	1,000	1,010	1,012	1,008	1,012	1,004	1,010
	1,000	1,008	1,010	1,009	1,015	1,016	1,007
	1,000	1,008	1,010	1,015	1,005	0,996	1,014
	1,000	1,008	1,011	1,017	1,003	0,978	1,000
	1,000	1,012	1,025	1,020	1,020	1,006	1,000
	1,000	1,014	1,025	1,025	1,034	1,017	1,007
	1,000	1,010	1,018	1,025	1,033	1,016	1,020
	1,000	1,008	1,010	1,014	1,015	1,015	1,010
	1,000	1,012	1,007	1,008	0,999	1,006	0,990
Közép	1,000	1,011	1,015	1,017	1,016	1,008	1,010

## b) Megterhelés 500 gr.

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	0,995	1,015	1,018	1,025	1,026	1,007
	1,000	1,005	1,015	1,016	1,015	1,012	0,993
	1,000	1,014	1,017	1,017	1,017	1,009	0,997
	1,000	1,003	1,003	0,998	1,004	1,001	0,996
	1,000	1,000	1,002	1,004	1,001	0,992	0,987
	1,000	1,000	0,998	1,006	0,999	0,988	0,987
	1,000	1,004	0,997	1,005	1,000	1,007	1,000
	1,000	1,003	1,008	1,014	1,010	1,011	1,007
	1,000	1,007	1,008	1,008	1,010	1,006	0,996
	1,000	1,017	1,014	1,023	1,015	1,018	1,021
Közép	1,000	1,005	1,008	1,011	1,010	1,007	0,998

## c) Megterhelés 900 gr.

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	0,986	0,996	1,002	0,983	0,995	0,977
	1,000	0,984	1,026	1,023	1,021	1,006	1,017
	1,000	0,995	0,996	1,017	1,010	1,016	1,000
	1,000	0,970	0,956	0,981	0,985	0,990	0,973
	1,000	0,960	0,962	0,978	0,983	0,998	0,993
	1,000	0,965	1,001	1,010	1,004	1,021	1,021
	1,000	0,968	1,008	1,022	1,009	1,000	1,014
	1,000	0,986	0,992	1,003	0,999	0,995	1,035
	1,000	0,991	0,986	0,985	0,986	0,988	1,018
	1,000	0,967	0,976	0,974	0,962	0,965	0,983
Közép	1,000	0,977	0,990	1,000	0,994	0,997	1,003

## d) Megterhelés 500 gr.

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	1,003	1,007	0,999	0,999	1,026	1,035
	1,000	1,005	1,000	0,998	1,007	1,029	1,052
	1,000	1,007	1,007	0,999	1,039	1,029	1,052
	1,000	1,005	1,008	0,997	1,018	1,011	1,000
	1,000	0,993	0,994	0,991	0,990	0,993	0,973
	1,000	0,997	0,995	0,984	0,983	0,985	0,973
	1,000	1,009	1,008	0,985	0,992	0,997	0,980
	1,000	1,003	0,997	0,993	0,995	1,005	0,997
	1,000	1,021	1,003	0,993	0,988	1,026	1,024
	1,000	1,027	1,015	0,998	1,003	1,034	1,028
Közép	1,000	1,007	1,003	0,994	1,001	1,014	1,011

e) Megterhelés 100 gr.'

<i>H</i>	165	293	396	484	396	293	165
<i>E</i>	1,000	0,998	0,995	1,006	1,006	0,998	1,010
	1,000	0,998	1,000	1,011	1,006	1,000	1,004
	1,000	0,994	1,004	1,003	1,006	1,000	1,017
	1,000	0,989	1,002	1,002	0,998	0,998	1,010
	1,000	0,998	1,002	1,005	1,002	0,998	1,004
	1,000	0,996	1,004	1,009	1,006	1,000	1,000
	1,000	1,000	1,012	1,009	1,002	1,005	0,993
	1,000	0,997	1,008	1,004	1,014	1,002	1,000
	1,000	0,999	1,010	1,000	1,012	1,004	1,009
	1,000	0,993	0,996	1,012	0,998	0,997	1,000
Közép	1,000	0,996	1,003	1,006	1,005	1,000	1,005

12. Az első táblázatot a régebbi észlelésekkel összehasonlítva, a megegyezés teljesen kielégítőnek mondható, a mint az a következő kis táblázatból kitűnik :

<i>H</i>	Régi		<i>U<sub>j</sub></i>
	I. drót	II. drót	
165	1,000	1,000	1,000
293	1,004	1,003	1,011
396	1,011	1,008	1,015
484	1,017	1,013	1,017
396	1,013	1,007	1,016
293	1,008	1,005	1,008
165	0,994	0,995	1,010

A modulus változásának menete mindenütt ugyanaz; nagyobb eltérés a lefelé menő mágnesezésnél mutatkozik. Ugyanaz áll ezen esetben is, mint a mit a vasnál megjegyeztem. Lefelé menő erővel mágnesezve, az egyes értékek jóval nagyobb ingadozásokat mutatnak, mint felfelé haladó erőnél; ez arra látszik mutatni, hogy nikelnél a modulus változása nagyobb mértékben függ az előzetes mágnesezés módjától, mint a vasnál. 500 gr.-nál a modulus változása valamivel kisebb, de még folyton nagyobbodik; 900-nál határozott minimum fejlődik ki. Ezután kisebb megterhelésnél a modulus megint másképp változik. 500 gr. megterhelésnél  $H = 293$ -ra kis maximum, 100 gr. megterhelésnél ugyanott kis minimum mutatkozik, a változások azonban kicsinyek maradnak. A modulus változását a mellékelt görbék is feltűntetik (3. ábra), melyek ugyanúgy készültek, mint a vasra vonatkozóak.

13. A mi a közölt értékek pontosságát illeti, kereshetjük a valószínűségsszámítás szabályai szerint az egyes értékek valószínű hibáját. Az észlelések száma ugyan nem elég nagy arra, hogy a hibaelmélet törvényeit kifogástalanul alkalmazzni lehetne rájuk, némi tájékozást azonban mégis adnak s legalább indokolják azt, hogy az eredményt három tizedesig közlöm. A számítás azt mutatja, hogy a felfelé menő mágnesezésnél a középértékek valószínű hibája 0,0010 és 0,0020 között ingadozik. Nagyobb valószínű hibák csak a lefelé menő erővel történt mágnesezésnél lépnek fel; a vasnál a legnagyobb valószínű hiba 75 gr. megterhelésnél  $H = 165$ -re mutatkozik, és pedig 0,0040; a nikelnél 500 gr. megterhelésnél  $H = 165$ -re; a valószínű hiba értéke itt 0,010.

14. Ha a modulus változását más jelenségekkel akarjuk kapcsolatba hozni, első sorban a mágnesezésre kell gondolnunk, a mágnesezés intenzitására, avagy a mágnesezési együtthatóra. A mint ismeretes, a mágnesezési együttható a mágnesező erővel egy ideig növekszik, azután folyton fogy, ez a maximum azonban sokkal kisebb erőknél áll be, mint a modulus maximuma. Láttuk, hogy a vas modulusának változása a megterheléssel sajátágosan módosul: kis megterhelésnél kezdetben növekszik, nagyobb megterheléseknél kezdetben fogy, még nagyobb megterheléseknél azután ismét nagyobbodik a mágnesező erővel; az 500 gr.-nyi megterhelés mintegy fordulópontot képez a modulus mágneses változásában. A mágnesezési együttható is ugyanazon mágnesező erő mellett a megterheléssel egy ideig nagyobbodik, azután kisebbedik; itt is van egy fordulópont (Villéri-féle kritikus pont). Hogy a két jelenség között van-e valami szorosabb kapcsolat, azt az eddigi adatokból eldönteni nem lehet; eme megfontolások egyelőre csak arra valók, hogy megmutassák, mily irányban kellene a vizsgálatot kiegészíteni: ugyanazon mágnesező erőkre és megterhelésekre vizsgálni kellene a használt vékony drótok mágnesezését; az eddig észlelők mind legalább néhány milliméter vastag rudakat vizsgáltak, eredményeiket tehát nem lehet egyszerűen alkalmazni egész vékony drótokra. Ily vékony drót mágnesezésének vizsgálata különben kényesebb is, tekintve az indukált mágnesség kicsiny voltát.



## III. A mágneses hosszváltozás.

15. A jelen értekezésben leírt vizsgálatok célja elsősorban a rugalmassági modulus változásának meghatározása volt. Felhasználtam erre a mágnesezés okozta hossz- és feszültségváltozást. Mint már előbb idézett értekezésemben is kiemeltem, a modulus változása megállapítható volt a nélkül, hogy a hossz- és feszültségváltozások abszolút értékét ismernünk kellett volna.

Érdeemesnek tartom azonban e helyen a hosszváltozások abszolút értékéről is néhány szót szólni, a mennyiben érdekesen egészítik ki az eddigi tapasztalatokat. A mi a hosszváltozások abszolút értékének meghatározási módját illeti, utalok sokszor említett értekezésemre; e tekintetben semmi változás sem történt. A következő táblázat a mérések középértékét tünteti fel. A vasdrót meghosszabbodást sohasem mutatott, minden mágnesező erőnél megrövidült, még egészen kicsiny mágnesező erőnél is. A táblázat adatai 1000 mm. hosszú vasdrót megrövidüléseit adják tízezredrész milliméterekben különböző megterheléseknél.

## I. vasdrót.

H	Megterhelés				
	75	500	900	500	75'
165	47,3	55,7	59,7	53,9	48,2
293	73,4	87,1	91,1	83,5	75,6
396	88,9	105,7	112,0	101,4	90,4
484	97,6	118,3	126,1	113,8	99,2
396	88,7	105,0	111,1	101,0	90,0
293	73,4	85,9	90,7	82,6	75,2
165	46,6	55,2	58,6	53,0	47,6

## II. vasdrót.

H	Megterhelés				
	75	300	500	700	900
165	45,8	50,9	53,2	57,0	58,8
293	71,1	79,7	83,5	88,9	90,4
396	86,6	96,9	101,9	107,9	110,6
484	95,8	108,4	115,1	122,5	126,1
396	86,6	96,5	101,9	107,9	110,1
293	70,9	78,8	82,4	88,0	90,2
165	45,4	50,9	53,2	56,8	58,3

Eme értékek jól egyeznek régebbi észleléseimmel; látható belőlük, hogy a megrövidülés a megterheléssel lassan növekedik.

BIDWELL \* és utána mások a vas mágneses hosszváltozására nézve mást találtak. Vasrudakat, gyűrűket, ellipsoidokat vizsgálva azt találták, hogy kisebb mágnesező erőre a vas megnyúlik, nagyobb erőknél összehúzódik. Ezen észlelők mind legalább 1—2 mm. vastag drótokat vizsgáltak. Már BIDWELL is azt tapasztalta, hogy a mágneses megnyúlás a rudak átmérőjével kisebbedik; továbbá, hogy a megterhelést nagyobbítva, a megrövidülés nagyobbodik és mindinkább kisebb és kisebb mágnesező erőknél áll be, sőt 0·7 mm.-es vasdrót igen nagy megterhelésnél már nem is nyúlik meg, hanem már kis mágnesezésnél is összehúzódik.\*\* Újabban SHAKESPEAR \*\*\* 0·7 mm. átmérőjű drótnál már kis mágnesező erőnél is összehúzódást észlelt. Mindezeket tekintetbe véve, saját észleléseim az eddigi tapasztalatokba jól beleilleszkednek, azoknak kiegészítését képezik.

Nikelre a következő értékeket találtam :

H	Megterhelés				
	100	500	900	500	100
165	83,1	59,7	19,1	51,8	116,5
293	136,6	117,3	50,5	114,8	174,9
396	167,5	159,3	82,7	163,8	202,0
484	186,8	189,7	111,5	200,4	216,9
396	166,7	157,6	81,1	163,0	200,4
293	135,8	115,2	48,2	112,8	172,4
165	81,5	57,6	18,6	50,2	113,2

A közölt számok 1000 mm. hosszú nikeldrót megrövidülései tízezredrész milliméterekben. A közölt adatok jól egyeznek BIDWELL észleleteivel, a mennyiben hol nagyobb, hol kisebb összehúzódásokat észlelt. A mint látható, a megrövidülés nagy mértékben változik a megterheléssel; ez is egyezik BIDWELL észleléseivel, ki azt találta, hogy kis mágnesező erőknél az összehúzódás kisebbedik a megterheléssel, nagyobbaknál ellenben nagyobbodik.

\* Phil. Trans. 179. köt. 1888.

\*\* Proc. Pog. Soc. 47. köt. 1890.

\*\*\* Phil. Mag. 47. köt. 1899.

A nagy megterhelés okozta állandó deformatio az összehúzódások értékét is nagy mértékben megváltoztatja. Érdekes, hogy ámbár a megrövidülésben a megterheléssel ily nagy változások állanak elő, a modulus nem változik nagyobb mértékben, mint a vasnál, ámbár utóbbinál a megterhelés a mágneses hosszváltozásra sokkal kisebb hatással van.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 május 21.-én tartott üléséből.)

## A DIOPTRIKAI RENDSZEREK OSZTÁLYOZÁSÁRÓL.

STRAUSS ÁRMIN-től.

A gömbalakú törőfelületekből alkotott rendszereket optikai hatásuk tekintetében gyűjtő és szóró rendszerekre szokás osztani. Az osztályok ezen elnevezésében általános a megegyezés, ellenben jellemzésökben a szaktudósoknál lényeges eltérések mutatkoznak, sőt határozottan hibás állítások is találhatók; nevezetesen, ha egyetlen törőfelületről van szó, valamennyi szerző azt állítja, hogy gyűjtő törőfelület a beeső sugarak konvergenciáját mindig fokozza, a szóró pedig csökkenti; a tárgy folyamán ki fogom mutatni, hogy ezen megkülönböztetések ilyen terjedelemben tarthatatlanok és helytelenek.

Összetett rendszereknél a gyűjtő és szóró elnevezést a szó értelmének és a történeti fejlődésnek megfelelően sokan ahhoz kötik, hogy a párhuzamosan beeső sugarak a törés közben vagy konvergensek, vagy divergensek lettek és ennek ismertető jele gyanánt a rendszer GAUSS-féle második gyújtótávolságának előjelét tekintik. Ezen osztályozás annyiban hibás, a mennyiben, mint azt legelőször SCHULLER ALAJOS\* szerkesztés útján kimutatta, a második gyújtótávolság előjele nem határozza meg azt, hogy a párhuzamosan beeső sugarak a törés után mint konvergens vagy mint divergens sugarak lépnek-e ki a rendszerből; tehát az osztályozás kriteriuma hibás és azért helyessel pótolandó.

Az újabb szerzők tisztán a gyújtótávolság előjele alapján osztályozzák a rendszereket, mely előjelből csakis a képek állására lehet következtetni, nem pedig a sugaraknak törés közben szen-

\* Mathematikai és phys. lapok 1900. IV. füzet.



vedett irányváltozására; mindazonáltal gyűjtőnek és szórónak nevezik a keletkező két osztályt, a mi nézetem szerint úgy történeti, mint fizikai szempontból is kifogásolható.

A gyűjtő és szóró szerkezetek definíciója körül felmerült eltérések és részben hibás állítások kívánatossá teszik a viszonyok teljes tisztázását és e célból a következő kérdésekkel akarok foglalkozni:

1. milyen tulajdonságok alapján végezhetjük célszerűen a rendszerek osztályozását és mi a tárgyalandó osztályozások fizikai értéke;

2. miképen határozható meg az osztályozás alapjául vett tulajdonság a rendszer adott állandóiból;

3. mennyiben hiányosak vagy hibásak a szokásos osztályozások definíciói.

## I.

A rendszereknek optikai hatásuk szerint való osztályozásánál csak azon különbségek lehetnek irányadók, melyek a leképezésben mutatkoznak. Hogy ezen különbségeket matematikai úton megállapíthassuk, szükségünk van olyan általános képletekre, melyek a rendszerek leképezését minden esetben tökéletesen meghatározzák. A leképezést akkor mondhatjuk tökéletesen meghatározottnak, ha ismeretes bármely tárgynak megfelelő kép helye, nagysága, egyenes vagy fordított állása, valódi vagy képzetes minősége, továbbá bármely beeső sugárnak a rendszerben szenvedett irányváltozása.

Ezeket előrebecsátva, nézzük meg, hogy a «leképezés alap-egyenletei» néven ismert formulák alkalmasak-e a leképezés tökéletes meghatározására. Három alapképletet szokás tekintetbe venni, melyeknek különböző alakjai ismeretesek, a szerint, a mint a kép és tárgytávolságokat vagy a gyűjtősíkoktól, vagy a fősíkoktól, vagy egy tetszésszerű konjugált síkpártól számítják. E helyen elegendő, ha a fősíkokra vonatkoztatott egyenletekkel foglalkozunk, a mikor is a tárgy- és képtávolság közötti összefüggés képlete:

$$\frac{f''}{r'} + \frac{f}{r} = 1; \quad (1)$$

a laterális nagyítás képlete :

$$\frac{y'}{y} = - \frac{f}{x-f} = - \frac{x'-f'}{f'} ; \quad 2)$$

az anguláris nagyításé pedig :

$$\frac{\text{tg } u'}{\text{tg } u} = \frac{x-f}{f'} = \frac{f}{x'-f'} . \quad 3)$$

Ezen képletek egyetlen törőfelület esetében tökéletesen meghatározzák a leképezést; ugyanis az 1) képlet nemcsak bármely tárgynak megfelelő kép helyét adja meg, hanem megmondja azt is, hogy a kép valódi-e vagy képzetes; ugyanis egy törőfelület esetében a fősíkok összeesnek magával a törőfelülettel (helyesebben annak érintősíkjával), tehát a második fősíktól számított képtávolság megegyezik a képnek a törőfelülettől való távolságával;  $x'$  előjeléből megtudjuk tehát, hogy a kép a törőfelület melyik oldalán van, azaz megtudjuk, hogy valódi-e vagy képzetes.

A 2) alatti képlet megadja a kép nagyságát és állását a tárgyhöz viszonyítva;

a 3) alatti egyenletből pedig megtudjuk bármely beeső sugárnak a rendszerben szenvedett irányváltozását; a három egyenlet együtt tehát tökéletesen meghatározza az egy törőfelületből álló optikai rendszerek leképezését.

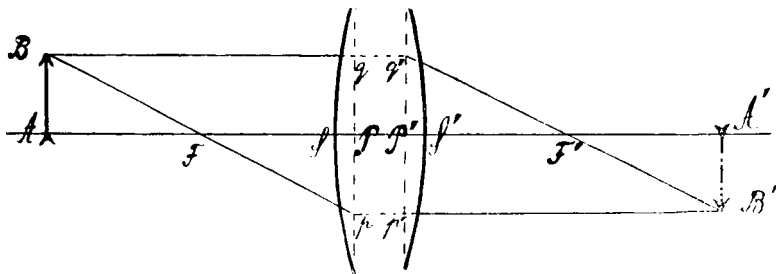
Ellenben összetett rendszereknél a fősíkokra vonatkoztatott képletek csak a kép helyét, nagyságát és állását határozzák meg, nem lehet azonban belőlük a képek valódi vagy képzetes minőségére következtetni, sem azon irányváltozásra, melyet valamely (egy ponthoz tartozó) beeső sugárnyaláb a rendszerben szenvedett. Ugyanis a képletekben szereplő távolságok a GAUSS-féle fősíkoktól vannak számítva és így a sugarak irányváltozását és a kép helyzetét a második fősíkra viszonyítva határozzák meg; pedig a képek valódi vagy képzetes minősége, úgyszintén a rendszerből kilépő sugárnyaláb konvergencia viszonyai nem a fősíkok helyzetétől, hanem egyedül csak a képnek, illetőleg a megtört sugárnyalábnak az utolsó törőfelülethez viszonyított helyzetétől függnék és így a második fősíktól számított képtávolság csak azon esetben határozza meg a kép valódi vagy képzetes voltát, mikor a második fősík az

utolsó törőfelülettel összeesik (pl. egyetlen törőfelületnél vagy végtelen vékony lencsénél).

Fizikai szempontból kívánatosnak tartom oly képletek felállítását, melyek alapján bármely optikai szerkezetre nézve is könnyen megállapíthassuk, hogy egy tetszésszerű tárgynak megfelelő kép valódi-e vagy képzetes és hogy egy tetszésszerű beeső sugárnyaláb a rendszerből kilépve az utolsó törőfelülethez képest milyen fekvésű.

Megfelelő képletekhez jutunk, ha a tárgy- és képtávolságot nem a fókuszoktól, sem a gyújtósikoktól, hanem a rendszer első, illetőleg utolsó törőfelületétől, azaz a külső határlapoktól számítjuk. Hogy a képletek elég egyszerű alakúak is legyenek, e végre célszerűnek tartom a gyújtópontok távolságát a határlapoktól a számításba bevezetni és felhasználni.

A kérdéses képletek levezetésére használjuk fel az 1. számú ábrát, melyben a szokásos alappontokon kívül a rendszer első és



1. ábra.

utolsó törőfelülete is fel van tüntetve, a melyektől a távolságokat számítani akarjuk;

legyen a tárgytávolság az első határfelületről	$AS = -\xi$
az első gyújtópont távolsága az első "	$FS = -\tau$
a kép távolsága az utolsó határlaptól	$A'S' = \xi'$
a második gyújtópont távolsága az utolsó	
határlaptól	$F'S' = \tau'$
a tárgy nagysága	$AB = y$
a kép nagysága	$A'B' = -y'$

Mivel	$ABF \Delta \sim P_p F \Delta,$	
azért	$AF : FP = AB : Pp,$	
vagyis	$-(\xi - \tau) : -f = y : -y',$	$\alpha)$
mert	$Pp = P'p' = A'B' = -y ;$	
továbbá	$A'B'F' \Delta \sim P'q'F' \Delta,$	
tehát	$P'q' : A'B' = P'F' : F'A',$	
vagyis	$y : -y' = f' : (\xi' - \tau'),$	$\beta)$
mert	$P'q' = Pq = AB = y.$	

Összefoglalva az  $\alpha)$  és  $\beta)$  alatti aránylatokat

	$-(\xi - \tau) : -f = f' : (\xi' - \tau'),$	
a miből	$(\xi - \tau) \cdot (\xi' - \tau') = f \cdot f'.$	$\gamma)$

Minthogy e képletben  $\xi'$  a képnek távolságát jelenti az utolsó törőfelülettől számítva, azért  $\xi'$  előjele meghatározza a kép valódi vagy képzetes minőségét: ha a távolságokat a fényhaladási irányban pozitív, az ellenkező irányban negatív előjellel vesszszük számításba, úgy pozitív  $\xi'$ -nek valódi kép, negatív képtávolságnak ( $\xi' < 0$ ) pedig képzetes kép felel meg.

Van tehát egy általános érvényességű képletünk a tárgy- és képtávolság közötti összefüggésre, mely a szokásos (vagy a fősíkokra, vagy a gyújtósíkokra, vagy egy pár konjugált síkra vonatkoztatott) képletekkel szemben azzal az előnnyel bír, hogy a kép valódi vagy képzetes minőségét is meghatározza és gyakorlati használatra is alkalmasabb, a mennyiben a benne szereplő távolságok a határfelületektől vannak számítva, tehát közvetlenül mérhetők (a fősíkok ismerete nélkül, feltéve, hogy a rendszer eredő gyújtótávolságait vagy kísérletileg vagy számítás útján meghatároztuk).

Állítsuk még fel a laterális és anguláris nagyítás egyenleteit is azon esetre, mikor a távolságok a határfelületektől számítat-



nak ; a laterális nagyítást közvetlenül megadják az  $\alpha$  és  $\beta$  alatti aránylatok, melyekből :

$$\frac{y'}{y} = - \frac{f}{\xi - \tau} = - \frac{\xi' - \tau'}{f'}$$

az anguláris nagyítást pedig könnyen kiszámíthatjuk

$$\frac{y'}{y} = - \frac{f \operatorname{tg} u}{f' \operatorname{tg} u'}$$

ismert képletből, ha benne a laterális nagyítás értékét helyettesítjük, lesz

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = - \frac{f}{f'} \cdot \frac{y}{y'} = - \frac{\xi - \tau}{f'} = - \frac{f}{\xi' - \tau'}$$

A leképezésnek a rendszer első és utolsó határfelületére vonatkoztatott képletei tehát a következők :

$$(\xi - \tau) \cdot (\xi' - \tau') = f \cdot f'; \quad (4)$$

$$\frac{y'}{y} = - \frac{f}{\xi - \tau} = - \frac{\xi' - \tau'}{f'} \quad (5)$$

és

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = - \frac{\xi - \tau}{f'} = - \frac{f}{\xi' - \tau'}. \quad (6)$$

Könnyen meggyőződhetünk róla, hogy képleteinket a fősíkokra vonatkozókból  $x = \xi + f - \tau$  és  $x' = \xi' + f' - \tau'$  substitutiók segítségével közvetlenül is lezármaztathattuk volna.

Képleteink alakra nézve ép olyan egyszerűek, mint a fősíkokra vonatkoztatott képletek, a mellett alkalmazásuk könnyebb és természetesebb, a mennyiben a távolságok a mérésnek közvetlenül hozzáférhető határfelületektől vannak számítva ; főelőnyük pedig, hogy tökéletesen meghatározzák bármely rendszer leképezését, tehát alkalmas matematikai alapot is nyújtanak a rendszerek osztályozására.

A képletekben kétféle természetű állandók szerepelnek : egyrészt a GAUSS-féle gyújtótávolságok, másrészt a rendszer gyújtópontjainak a határfelületektől számított távolságai ; ez utóbbiaknak, minthogy a leképezésre szintén jellemzők, külön nevet ad-

hatunk és vagy csúcsponti, vagy látszólagos gyújtótávolságnak nevezhetnők.

Minthogy a különböző rendszerek leképezésében mutatkozó lényeges különbségek csakis ezen kétféle természetű állandók előjelétől függhetnek, azért a rendszerek osztályozását is a kétféle állandóknak megfelelően kétféle alapon végezhetjük: vagy a GAUSS-féle gyújtótávolságok előjele alapján, vagy a látszólagos gyújtótávolságok előjele alapján.

A GAUSS-féle gyújtótávolság előjele alapján megejtett osztályozás értéke abban rejlik,\* hogy a gyújtótávolság előjele megállapítja a kép állását a tárgyhoz képest; következik ez a laterális nagyítás [5) vagy 2) alatti] képletéből

$$\frac{y'}{y} = - \frac{f}{\xi - \tau} = - \frac{\xi' - \tau'}{f'} ;$$

a képlet mutatja, hogy oly rendszereknél, melyeknek második gyújtótávolsága pozitív ( $f' > 0$  tehát  $f < 0$ ), az első gyújtósíktól balra eső tárgytér fordított állásban képeztetik le, míg a tőle jobbra eső tárgytér egyenes állásban lesz leképezve; ha ellenben a rendszer második gyújtótávolsága negatív ( $f' < 0$ , tehát  $f > 0$ ), akkor a tárgytérnek az első gyújtósíktól balra eső része egyenes állásban, a tőle jobbra eső része fordított állásban képeztetik le, feltéve, hogy a fény balról halad jobb felé. Az első osztályba tartozó rendszereket «pozitív», a másodikba tartozókat «negatív» rendszereknek akarom nevezni, hol a megjelölés a rendszer második gyújtótávolságának előjelére vonatkozik.

A látszólagos gyújtótávolság előjele alapján megejtett osztályozás megállapítja, hogy egy végtelenben levő tárgynak a képe valódi-e vagy képzetes; következik ez a 4) alatti egyenletből  $(\xi - \tau)(\xi' - \tau') = ff'$ , ha benne  $\xi$  helyébe  $-\infty$  helyettesítünk. Ezen osztályozás alapján a párhuzamosan beeső sugaraknak a rendszerben szenvedett irányváltozására következtethetünk: ha  $\tau' > 0$ , akkor a második gyújtópont valós és a párhuzamosan beeső sugarak törés után konvergensek; az ezen osztályba tartozó rendszereket «gyűjtőknek» nevezhetjük, megkülönböztetésül a «szóróktól», me-

\* L. WINKELMANN: Handbuch d. Phys. II. 1. pag. 49.

lyeknél a második látszólagos gyújtótávolság ( $\tau' < 0$ ) negatív, a második gyújtópont tehát képzetes és a párhuzamosan beeső sugarak törés után divergenssek. Összefoglalva az eredményeket, mondhatjuk, hogy az optikai rendszerek osztályozása kétféle alapon eszközölhető: vagy a képek állása alapján, a mikor a keletkező «pozitív» illetőleg «negatív» osztály a Gauss-féle második gyújtótávolság előjelében különbözik; vagy a párhuzamosan beeső sugaraknak a rendszerben szenvedett irányváltozása alapján és akkor eljutunk a «gyűjtő» és «szóró» rendszerekhez, melyeknek ismertető jele a második látszólagos gyújtótávolság pozitív, illetőleg negatív előjele.

## II.

Megállapodván az osztályozás alapjául vehető tulajdonságban, azzal a kérdéssel kell foglalkoznunk, miképen határozhatjuk meg az egyes osztályok ismertető jelét a rendszer adott állandóiból, hol a rendszer állandói alatt a törőfelületek görbületi sugarait, a törőfelületek egymástóli távolságát és az általuk elválasztott közegek abszolút törésmutatóit értjük.

Ha az osztályozást a rendszer második gyújtótávolságának előjele alapján ejtjük meg, akkor ezen előjel meghatározása a második gyújtótávolság ismert képlete

$$f' = \frac{f_1' f_2'}{d}$$

segélyével az ismert módon eszközölhető bármilyen összetett rendszer esetében is; ezzel tehát nem foglalkozom, hanem áttérek a gyűjtő és szóró rendszerek kritériumának a rendszer adataiból való kiszámítására.

Definíczióink szerint gyűjtő valamely rendszer, ha második főgyújtópontja valós, szóró, ha képzetes, és ennek ismertető jele a látszólagos második gyújtótávolság előjele; gyűjtőrendszernél  $\tau'$  pozitív, szórónál negatív.

Hogy a látszólagos gyújtótávolságok ( $\tau$  és  $\tau'$ ) és a rendszer állandói közt fönnálló relációkat megállapíthassuk, e végre először csak két törőfelületből álló rendszereket tartunk szem előtt.

Jelöljük a törőfelületek görbületi sugarait  $r_1$  és  $r_2$ -vel, a

törőfelületek csúcspontjainak egymástóli távolságát  $(SS')$ -el betűvel, az általuk elválasztott közegek abszolút törésmutatóit pedig  $N_1$ ,  $N_2$  és  $N_3$  betűkkel. Ezekből mint a rendszer adott állandóiból kiszámíthatjuk az egyes törőfelületek első ( $f_1$  és  $f_2$ ), illetőleg második ( $f'_1$  és  $f'_2$ ) gyújtótávolságait a következő ismeretes képletek segítségével:

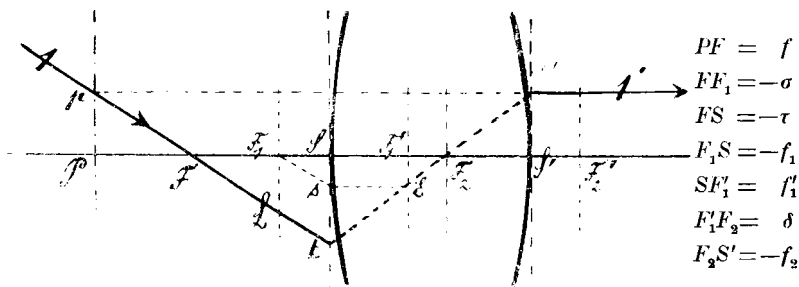
$$f = -\frac{N_1 r}{N' - N} \quad \text{és} \quad f' = \frac{N_1 r'}{N' - N}.$$

Adataink helyettesítése után a következő értékeket kapjuk:

$$f_1 = -\frac{N_1 r_1}{N_2 - N_1}; \quad f'_1 = \frac{N_2 r_1}{N_2 - N_1};$$

$$f_2 = -\frac{N_2 r_2}{N_3 - N_2} \quad \text{és} \quad f'_2 = \frac{N_3 r_2}{N_3 - N_2}.$$

Ezen gyújtótávolságok jelentik az illető gyújtópont távolságát a megfelelő törőfelület csúcspontjától mint kezdőponttól számítva;



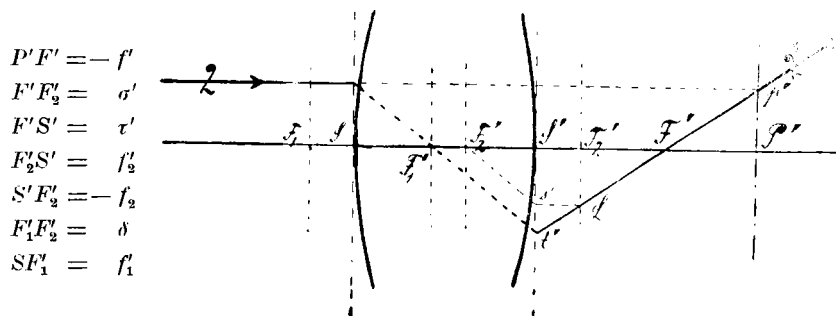
2. ábra.

előjelük tehát megállapítja a gyújtópontok fekvését a törőfelülethez képest, azaz olyan jellegű mennyiségek, mint a látszólagos gyújtótávolságok, mert előjelük megállapítja, hogy az illető törőfelület gyűjtő-e vagy szóró.

Hogy a két felületből alkotott rendszer eredő gyújtópontjainak a fekvését a határfelületekhez képest megállapíthassuk, e végre határozzuk meg az első gyújtópont  $\sigma$ , távolságát az első törőfelület első gyújtópontjától, mint kezdőponttól, számítva. második gyújtópont  $\sigma'$ , távolságát az utolsó törőfelület második gyújtópontjától, mint kezdőponttól, számítva.

A számításban centrális sugarakra kell szorítkoznunk, melyekre nézve a törőfelület helyettesíthető a csúcsponthoz húzott érintő-sikkal, mint azt a 2. számú ábra feltünteti, melyben valamennyi beeső sugár centrális sugárnak tekintendő. Az ábrában megszerkesztettem egy a tengelylyel párhuzamosan kilépő ( $1'$  jelű) sugárnak megfelelő ( $1$  jelű) beeső sugarat, melynek a tengelylyel való metszéspontja adja a rendszer első gyújtópontját; ennek távolsága  $F_1$  ponttól adja a keresendő  $\sigma$  értékét.

Hosszabbítsuk meg visszafelé  $1'$  megtört sugarat, míg a megfelelő  $1$  belépő sugarat metszi, úgy megkapjuk a rendszer GAUSS-



3. ábra.

féle első fókuszjának helyét, a melytől a tárgy távolságokat számítjuk.

Az ábra szerint

$$pPF\Delta \sim FF_1L\Delta,$$

tehát

$$PF : FF_1 = pP : F_1L,$$

azaz

$$f : -\sigma = s'S' : st,$$

mert

$$pP = s'S' \quad \text{és} \quad F_1L = st;$$

továbbá

$$s'S'F_2\Delta \sim Est\Delta,$$

tehát

$$F_2S' : Es = s'S' : st,$$

vagyis

$$-f_2 : f'_1 = s'S' : st,$$

mert

$$Es = F_1S = f'_1;$$

összefoglalva a két aránylatot:

$$f : -\sigma = -f_2 : f'_1,$$

a miből

$$\sigma = f \cdot \frac{f'_1}{f_2},$$

de

$$f = \frac{f_1 \cdot f_2}{\delta} = \frac{f_1 f_2}{d + f_2 - f'_1}.$$

helyettesítve ezen értéket  $\sigma$  képletébe

$$\sigma = \frac{f_1 \cdot f_2}{\delta} \cdot \frac{f'_1}{f_2} = \frac{f_1 f'_1}{\delta}.$$

Hasonló módon leszármaztatható a 3. számú ábrából  $\sigma'$  értéke

$$\sigma' = - \frac{f_2 f'_2}{\delta}.$$

Ismervén  $\sigma$  és  $\sigma'$  értékét, a látszólagos gyújtótávolságokat  $\tau = f_1 + \sigma$  és  $\tau' = f'_2 + \sigma'$  képletekből kiszámíthatjuk, tehát megállapíthatjuk a két törőfelületből álló rendszer gyűjtő vagy szóró minőségét: a rendszer gyűjtő vagy szóró a szerint, a mint

$$\tau' - f'_2 - \frac{f_2 f'_2}{\delta} \gtrless 0.$$

Ha azt akarjuk tudni, hogy a rendszer fordított állásban gyűjtő-e vagy szóró, erre nézve  $\tau$  előjele ad felvilágosítást: ha  $\tau$  és  $\tau'$  előjelei különbözők, akkor a rendszer mind a két állásban gyűjtő, illetőleg szóró; ha pedig  $\tau$  és  $\tau'$  előjele ugyanaz, akkor a rendszer az egyik állásban gyűjtő, a fordított állásban pedig szóró.

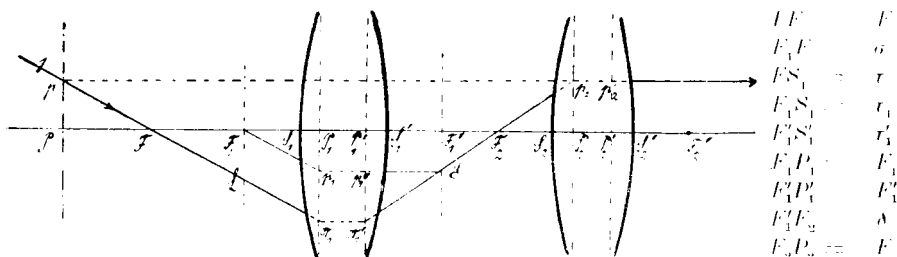
### Összetett rendszerek.

Összetett (kettőnél több törőfelület) rendszereknél a látszólagos gyújtótávolságokra hasonló alakú egyenletek érvényesek, mint két törőfelületből alkotott (egyszerű) rendszernél és az egyenletek levezetése is hasonló módon eszközölhető.

Ha pl. négy törőfelületből álló rendszert veszünk, akkor két-két egymásra következő felületet egy-egy egyszerű rendszernek tekintve, az előbb levezetett képletek segítségével megkapjuk a

keletkezett két rész látszólagos gyújtótávolságainak értékét, melyek által az egyes részek gyűjtő vagy szóró minősége tökéletesen meg van határozva.

Hogy a két rész adataiból az eredő rendszer látszólagos gyújtótávolságait meghatározhassuk, e végre használjuk fel a 4.

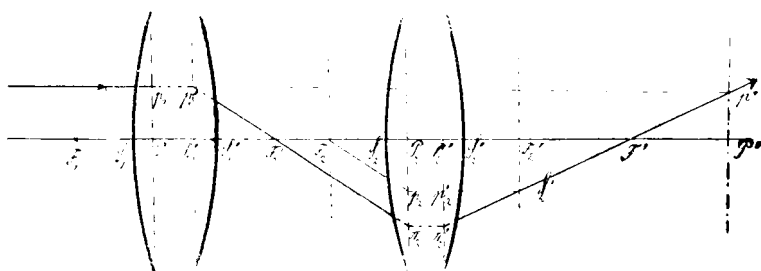


4. ábra.

és 5. számú ábrákat, melyekből kitűnik, hogy a keresett mennyiségek  $\tau = \tau_1 + \sigma$  és  $\tau' = \tau_2 + \sigma'$  egyenletek által vannak megadva; itt  $\tau_1$  jelenti az első rész első látszólagos gyújtótávolsá-

második rész második

$$\begin{aligned} P'F' &= -F' \\ F_2F' &= \sigma' \\ S_2F' &= \tau' \\ S_2F_2' &= \tau_2' \\ P_2F_2' &= F_2' \\ P_2F_2 &= -F_2 \\ F_1F_2 &= \delta \\ S_1F_1' &= \tau_1' \\ S_2F_2 &= -\tau_2 \\ P_1F_1' &= F_1' \end{aligned}$$



5. ábra.

gát, melyek az előző lapon közlött képletekkel kiszámíthatók. Meghatározandó még  $\sigma$  és  $\sigma'$  értéke.

A 4. ábrában

$$pPF\Delta \sim FF_1L\Delta,$$

tehát

$$pP : LF_1 = PF : FF_1.$$

De

$$pP = p_2P_2 \text{ és } LF_1 = p_1'\pi_1'$$

$$p_2P_2 : p_1'\pi_1' = PF : FF_1.$$

a)

Továbbá

$$F_2 p_2 P_2 \Delta \sim E p'_1 \pi'_1 \Delta,$$

tehát

$$p_2 P_2 : p'_1 \pi'_1 = F_2 P_2 : p'_1 E,$$

de

$$\frac{p'_1 E}{p_2 P_2 : p'_1 \pi'_1} = \frac{P'_1 F'_1}{F_2 P_2 : P'_1 F'_1}; \quad \beta)$$

összefoglalva az  $\alpha$ ) és  $\beta$ ) alattiakat

$$PF : FF_1 = F_2 P_2 : P'_1 F'_1.$$

Helyettesítsük a megfelelő értékeket:

$$F : -\sigma = -F_2 : F'_1,$$

a miből

$$\sigma = \frac{F \cdot F'_1}{F_2}.$$

De ismeretes, hogy

$$F = \frac{F_1 \cdot F_2}{\delta},$$

tehát

$$\sigma = \frac{F_1 \cdot F_2}{\delta} \cdot \frac{F'_1}{F_2} = \frac{F_1 \cdot F'_1}{\delta}.$$

Hasonlóan találjuk az 5. ábrából:

$$\sigma' = -\frac{F_2 \cdot F'_2}{\delta}.$$

Itt « $\delta$ » az úgynevezett «intervallum», ha  $S'_1 S_2 = D$ , akkor  $\delta = F'_1 F_2 = D + \tau_2 - \tau'_1$ . Ismervén  $\sigma$  és  $\sigma'$  távolságokat, az eredő rendszer látszólagos gyűjtőtávolságainak értéke a következő:

$$\tau = \tau_1 + \sigma = \tau_1 + \frac{F_1 \cdot F'_1}{\delta}$$

és

$$\tau' = \tau'_2 + \sigma' = \tau'_2 - \frac{F_2 \cdot F'_2}{\delta}.$$

A számításához szükséges adatok a következő egyenletek által vannak megadva:



$$\begin{aligned}
 F_1 &= -\frac{f_1 f_2}{\Delta_1} ; \tau_1 = f_1 + \sigma_1 ; \sigma_1 = -\frac{f_1 \cdot f'_1}{\Delta_1} \\
 F'_1 &= -\frac{f'_1 f'_2}{\Delta_1} ; \tau'_1 = f'_2 + \sigma'_1 ; \sigma'_1 = -\frac{f_2 \cdot f'_2}{\Delta_1} \\
 F_2 &= -\frac{f_3 \cdot f_4}{\Delta_2} ; \tau_2 = f_3 + \sigma_2 ; \sigma_2 = -\frac{f_3 \cdot f'_3}{\Delta_2} \\
 F'_2 &= -\frac{f'_3 f'_4}{\Delta_2} ; \tau'_2 = f'_4 + \sigma'_2 ; \sigma'_2 = -\frac{f_4 \cdot f'_4}{\Delta_2} \\
 \delta &= D + \tau_2 - \tau'_1 ; \Delta_1 = d_1 + f_2 - f'_1 ; \Delta_2 = d_2 + f_4 - f'_3 .
 \end{aligned}$$

Itt a kis  $f$ -ek az egyes törőfelületek gyújtótávolságai, melyek a 208-ik lapon közlött képletekből kiszámíthatók.

A rendszer gyűjtő, ha a fenti képletek alapján kiszámított  $\tau'$  előjele pozitív, és szóró, ha  $\tau'$  negatív.

Képleteink általános érvényességűek, azaz akárhány törőfelületből álló rendszernél is helyes eredményhez vezetnek. Ugyanis bármilyen összetett rendszer végeredményben két részből, két egyszerű rendszerből állónak tekinthető, melyeknek nemcsak alappontjaik, hanem első és második törőfelületük is összeesik a tényleges összetett rendszerek alappontjaival és első és utolsó felületükkel, tehát az eset olyan, mint a milyenre képleteinket levezettük ; mondhatjuk tehát, hogy bármely összetett rendszer

gyűjtő, ha  $\tau' = \tau'_2 + \sigma' > 0$

szóró  $\tau' = \tau'_2 + \sigma' < 0$

teleszkopikus, ha  $\tau' = \infty$

és ha  $\tau' = 0$ , akkor gyűjtőnek is, szórónak is tekinthető.

Ezen képletekben  $\tau'_2$  jelenti a rendszer második részének látszólagos gyújtótávolságát,  $\sigma'$  pedig az eredő rendszer második főgyújtópontjának távolságát a rendszer második részének második főgyújtópontjától, mint kezdőponttól számítva. Ha a második rész maga egy összetett rendszer, akkor második látszólagos gyújtótávolsága  $\tau'_1$  ugyanazon képletek alapján számítható ki, melyeket az eredő rendszerre nézve felállítottunk.

Hogy képleteink általános érvényességűek, tehát az összetett rendszereken kívül még az egyszerű rendszerre, sőt egyetlen törő-

felületre is érvényesek, könnyen belátható; ugyanis egyszerű rendszernél a második rész látszólagos gyűjtőtávolsága  $\tau'_2$  összeesik a második felület második gyűjtőtávolságával, azaz  $\tau'_2 = f'_2$ , tehát a látszólagos gyűjtőtávolság  $\tau' = f'_2 + \sigma'$  tökéletesen megegyezik az egyszerű rendszerre vonatkozó képlettel.

Egyetlen törőfelület esetében pedig

$$\tau'_2 = f'_2 \quad \text{és} \quad \sigma' = 0,$$

tehát

$$\tau' = f'$$

a mi megegyezik a 208. lapon mondottakkal.

Megkaptuk tehát azt az általános kriteriumot, melynek alapján bármely rendszer gyűjtő vagy szóró voltát a rendszer adataiból tisztán számítás útján megállapíthatjuk és ezzel kitűzött feladatunk meg van oldva. A következőkben az optikai rendszerek egy speciális fajtájára: az optikai lencsékre akarom a képletet alkalmazni oly célból, hogy számítás útján megállapítsam az egyes lencsefajok gyűjtő vagy szóró hatásának függését a lencse vastagságától.

Mielőtt a speciális esetekre áttérnék, megjegyzem, hogy a következőkben az első és utolsó közeg törésmutatóját azonosnak veszem (mivel a lencsék rendesen levegőben állanak) és hogy az egyes törőfelületek görbületi sugarait pozitív vagy negatív jellel veszem számításba, a szerint, a mint a fény a felület domború vagy homorú oldalára esik.

A számítások alapjául szolgáló képletek:

$$\begin{aligned} \tau' = f'_2 + \sigma' \quad \sigma' &= -\frac{f_2 f'_1}{\delta} \quad f_1 = -\frac{N r_2}{N' - N} \quad f_2 = \frac{N' r_2}{N' - N} \\ \tau = f_1 + \sigma \quad \sigma &= \frac{f_1 f'_1}{\delta} \quad f'_1 = \frac{N' r_1}{N' - N} \quad f'_2 = -\frac{N r_3}{N' - N} \\ \delta &= d + f_2 - f'_1. \end{aligned}$$

Ezen képletekben minden mennyiség megfelelő előjelével használandó.

**Bikonvex (kétszer domború) lencsék.**

A rendszer adatai :

a lencse vastagsága

$d$

az első és második törőfelület sugarai

$r_1$        $-r_2$

az egyes közegek törésmutatói

$N$        $N'$        $N$ .

Feltételezzük, hogy  $N' > N$ , akkor

$$f_1 = -\frac{Nr_1}{N'-N} < 0 \quad f_2 = -\frac{N'r_2}{N'-N} < 0$$

$$f'_1 = \frac{N'r_1}{N'-N} > 0 \quad f'_2 = \frac{Nr_2}{N'-N} > 0$$

$$\tau'_2 = f'_2 + \sigma' = f'_2 - \frac{f_2 f'_2}{\delta} = f'_2 \left( 1 - \frac{f_2}{\delta} \right) = f'_2 \left( 1 + \frac{|f_2|}{\delta} \right).$$

Itt  $|f_2|$  jelenti  $f_2$ -nek abszolút értékét; mivel  $f'_2 > 0$ , azért  $\tau'_2$  előjele csak  $\delta$  «intervallumnak» előjelétől függ.

$$a) \quad \delta > 0, \quad \text{akkor} \quad \tau' > 0$$

a bikonvex lencse gyűjtő.

De

$$\delta = d + f_2 - f'_1 > 0,$$

ha

$$d > f'_1 - f_2,$$

vagy helyettesítve a gyűjtőtávolságok értékeit

$$d > \frac{N'r_1}{N'-N} + \frac{N'r_2}{N'-N} = \frac{N'(r_1 + r_2)}{N'-N}.$$

Ha számlálót és nevezőt elosztunk  $N$ -nel- és ha  $\frac{N'}{N} = n$  helyébe a relatív törésmutatót helyettesítjük, lesz

$$\tau' > 0 \quad \text{ha} \quad d > \frac{\frac{N'}{N}(r_1 + r_2)}{\frac{N'}{N} - 1} = \frac{n(r_1 + r_2)}{n - 1}.$$

$$b) \quad \delta < 0, \quad \text{akkor} \quad \tau' = f'_2 \left( 1 + \frac{|f_2|}{|\delta|} \right) = f'_2 \left( 1 - \frac{f_2}{\delta} \right)$$

$$\tau' > 0 \quad \text{ha} \quad 1 > \left| \frac{f_2}{\delta} \right|$$

vagyis ha

$$|\delta| > |f_2| - \delta = -\delta = -d - f_2 + f'_1 > f_2,$$

de

$$f_2 < 0,$$

tehát

$$-d + |f_2| + f'_1 > |f_2|.$$

Tehát negatív  $\delta$  mellett

$$\tau' > 0 \quad \text{ha} \quad f'_1 > d.$$

De

$$f'_1 = \frac{N' r_1}{N' - N} = \frac{N}{N' - 1} \cdot \frac{r_1}{n - 1}.$$

Tehát negatív  $\delta$  mellett  $\tau' > 0$ , ha

$$d < \frac{n r_1}{n - 1}.$$

Összefoglalva a két esetet, látjuk, hogy a bikonvex lencse gyűjtő, ha

$$f'_1 - f_2 < d < f'_1 \quad \text{vagyis} \quad \frac{n(r_1 + r_2)}{n - 1} < d < \frac{n r_1}{n - 1},$$

szóró, ha

$$f'_1 - f_2 > d > f'_1 \quad \text{"} \quad \frac{n(r_1 + r_2)}{n - 1} > d < \frac{n r_1}{n - 1}.$$

Még két speciális eset lehetséges

$$\begin{aligned} d &= f'_1, & \text{akkor} \quad \tau' &= 0 \\ d &= f'_1 - f_2 & \tau' &= \infty. \end{aligned}$$

Mind a két esetben a bikonvex lencse egyaránt mondható gyűjtőnek vagy szórónak. A második esetben  $\tau_2 = \infty$  a bikonvex lencse teleszkopikus rendszert képvisel.

Ha tudni akarjuk, hogy a tekintetbe vett bikonvex lencse a fordított állásban is gyűjtő-e vagy szóró,  $\tau$ -nak az előjelét is meg kell határoznunk

$$\tau = f_1 + \sigma = f_1 + \frac{f_1 f'_1}{\delta} = f_1 \left( 1 + \frac{f'_1}{\delta} \right)$$

képlet alapján.

Az előbbihez hasonló okoskodással találjuk, hogy a bikonvex lencse a fordított állásban is gyűjtő, ha

$$f_1' + |f_2| < d < |f_2|,$$

szóró, ha

$$f_1' + |f_2| > d > |f_2|.$$

Összefoglalva e kriteriumot az első állásra talált feltétellel mondhatjuk, hogy a bikonvex lencse mind a két állásában gyűjtő, ha vastagsága vagy nagyobb, mint a két felület belső ( $f_1'$  és  $f_2$ ) gyűjtőtávolságai abszolút értékeinek összege, vagy kisebb mint a belső gyűjtőtávolságok kisebbikének abszolút értéke. (V. ö. SCHULLER: «Az optikai gyűjtő és szóró szerk. helyes megkülönböztetéséről.» Math. és phys. lapok, 1900, IV. füzet, 158. lap.)

### Bikonkáv lencse.

A lencse adatai :

vastagsága  $d$   
 az első és második törőfelület sugarai  $-r_1$   $+r_2$   
 az általak elválasztott közegek törésmutatói  $N$   $N'$   $N$

Ha  $N' > N$ , akkor

$$f_1 = \frac{Nr_1}{N' - N} > 0 \quad f_2' = -\frac{Nr_2}{N' - N} < 0,$$

tehát

$$\delta = d + f_2 - f_1' > 0$$

$$f_1' = -\frac{N'r_1}{N' - N} < 0 \quad f_2 = \frac{N'r_2}{N' - N} > 0.$$

Könnyen kimutatható, hogy a bikonkáv lencse bármely vastagság mellett is szóró ; ugyanis

$$\begin{aligned} \tau' = f_2' + \sigma' = f_2' - \frac{f_2 f_2'}{\delta} &= f_2' \left( 1 - \frac{f_2}{\delta} \right) = \\ &= f_2' \left( \frac{\delta - f_2}{\delta} \right) = \frac{f_2'}{\delta} (d + f_2 - f_1' - f_2), \end{aligned}$$

vagyis

$$\tau' = \frac{f_2'}{\delta} (d - f_1').$$

De esetünkben

$$f_2' < 0; \quad f_1' < 0 \quad \text{és} \quad \delta > 0.$$

Tehát

$$\tau' = - \left| \frac{f_2'}{\delta} \right| \cdot (d + f_1') < 0.$$

Hasonlóan kimutatható, hogy

$$\tau = \frac{f_1}{\delta} (d + f_2),$$

mely képletben minden mennyiség pozitív; ezekből következik, hogy a bikonkáv lencse bármely állásban és minden vastagságnál szóró szerkezetet képvisel.

### Plánkonvex lencse.

Ha a sugarak e lencse domború felületére esnek, úgy a lencse adatai:

vastagsága	—	$d$
törőfelületek görbületi sugarai	$r_1$ és $r_2 = -\infty$	
a közegek abszolút törésmutatói	$N$ $N'$ $N$	

Ha  $N' > N$ , akkor

$$f_1 = - \frac{Nr_1}{N' - N} < 0; \quad f_2 = -\infty < 0,$$

$$f_1' = \frac{N'r_1}{N' - N} > 0; \quad f_2' = \infty > 0,$$

$$\delta = d + f_2 - f_1' = -\infty$$

$$\tau' = f_2' - \frac{f_2 f_2'}{\delta}$$

$$\tau' > 0 \quad \text{ha} \quad f_2' > \left| \frac{f_2 f_2'}{\delta} \right|.$$

De

$$f_2' = |f_2'|$$

$$1 > \left| \frac{f_2}{\delta} \right|$$

$$|\delta| > |f_2|$$

$$|\delta| = -\delta = -d - f_2 + f_1' > |f_2|.$$

De  $f_2 < 0$

$$-d + |f_2| + f'_1 > |f_2|.$$

Tehát

$$\tau' > 0 \quad \text{ha} \quad f'_1 > d$$

$$\tau' < 0 \quad \text{„} \quad f'_1 < d$$

$$\tau' = 0 \quad \text{„} \quad f'_1 = d.$$

Ha  $\tau$  értékét keressük, azt találjuk, hogy ez mindig negatív  $\tau < 0$ ; tehát a plánkonvex lencse a fordított állásban, mikor a sugarak a síkfelületre esnek, mindig gyűjtő. Összefoglalva a két esetet mondhatjuk, hogy a plánkonvex lencse bármely állásban is gyűjtő, ha vastagsága kisebb, mint konvex felületének belső gyűjtőtávolsága.

Ha e tételt az eredeti adatokkal akarjuk kifejezni, úgy helyettesítsük  $f'_1$  értékét

$$f'_1 = \frac{N'r}{N'-N} = \frac{N' r_1}{N' - 1} = \frac{m_1}{n-1}.$$

Azaz a plánkonvex lencse bármely állásban

$$\text{gyűjtő, ha } d < \frac{m_1}{n-1}$$

### Plánkonkáv lencse.

Ha a sugarak a lencse konkáv felületére esnek, úgy a rendszer adatai:

vastagsága	$d$
a törőfelületek görbületi sugarai	$-r_1 \quad r_2 = -\infty$
a közegek abszolút törésmutatói	$N \quad N' \quad N$

Ha  $N' > N$ , akkor

$$f_1 = \frac{Nr_1}{N'-N} > 0 \quad f_2 = -\infty < 0 \quad d = -\infty < 0$$

$$f'_1 = -\frac{N'r_1}{N'-N} < 0 \quad f'_2 = +\infty > 0.$$

Kiindulunk a látszólagos gyújtótávolság következő formulájából:

$$\tau' = \frac{f_2'}{\delta} (d - f_1');$$

mivel jelenleg

$$f_2' > 0; \quad \delta < 0; \quad f_1' < 0,$$

azért

$$\tau' = - \left| \frac{f_2'}{\delta} \right| \cdot (d + |f_1'|) < 0. \quad \text{A lencse szóró.}$$

Hasonlóan

$$\tau' = - \left| \frac{f_1'}{\delta} \right| \cdot (d + |f_2'|) < 0. \quad \text{A lencse szóró.}$$

Látjuk, hogy a plánkonkáv lencse bármely vastagság mellett és bármely helyzetben szóró szerkezetet képvisel.

### Meniskusok.

Ha a fénysugarak a lencse domború oldalára esnek, úgy a rendszer adatai:

vastagsága	—	—	—	$d$
a törőfelületek görbületi sugarai	—	$r_1$	$r_2$	
az általuk elválasztott közegek abszolút				
törésmutatói	—	$N$	$N'$	$N$

Ha  $N' > N$ , akkor

$$\begin{aligned} f_1 &= - \frac{Nr_1}{N' - N} < 0 & f_2 &= \frac{N'r_2}{N' - N} > 0 & \tau' &= f_2' - \frac{f_2 f_2'}{\delta} \\ f_1' &= \frac{N'r_1}{N' - N} > 0 & f_2' &= \frac{Nr_2}{N' - N} < 0 & \tau' &= f_2' \left( 1 - \frac{f_2}{\delta} \right) \end{aligned}$$

jelenleg

$$\tau' = - |f_2'| \cdot \left( 1 - \frac{f_2}{\delta} \right).$$

a)

$$\delta < 0,$$

azaz

$$d + f - f_1' < 0,$$

vagyis

$$d < f_1' - f_2,$$



akkor

$$\tau' = -|f_2'| \cdot \left(1 + \left|\frac{f_2}{\delta}\right|\right),$$

tehát

$$\tau' < 0,$$

b)

$$\delta > 0,$$

$$d + f_2 - f_1' > 0,$$

tehát

$$d > f_1' - f_2,$$

akkor  $\tau' > 0$ , ha

$$1 < \left|\frac{f_2}{\delta}\right|$$

$$d + |f_2| - |f_1'| < |f_2|$$

$\tau' > 0$ , ha

$$d < |f_1'|.$$

Vagyis, ha a sugarak a meniskus domború oldalára esnek, úgy gyűjtő a meniskus, ha

$$f_1' > d > f_1' - f_2:$$

szóró a meniskus, ha

$$d < f_1' - f_2.$$

Az első látszólagos gyűjtőtávolság képlete

$$\tau = \frac{(d + f_2)}{\delta};$$

jelenleg

$$\tau = -\left|\frac{f_1}{\delta}\right| \cdot (d + |f_2|).$$

a)

$$\delta = d + f_2 - f_1' < 0,$$

azaz

$$d < f_1' - f_2,$$

akkor

$$\tau = \left|\frac{f_1}{\delta}\right| \cdot (d + |f_2|) > 0.$$

b)

$$\delta = d + f_2 - f_1' > 0;$$

tehát

$$d < f_1' - f_2,$$

akkor

$$\tau < 0.$$

Tehát a meniskus fordított állásban

$$\begin{array}{ll} \text{gyűjtő, ha} & d > f'_1 - f_2 \\ \text{szóró} & \text{„} & d < f'_1 - f_2 \end{array}$$

Összefoglalva az eredményeket, mondhatjuk, hogy bármely meniskus mind a két állásában gyűjtő, ha vastagsága kisebb, mint domború felületének belső gyűjtótávolsága, de nagyobb, mint az előbbi belső és a homorú felület külső gyűjtótávolságainak különbsége; ellenkező esetben pedig szóró.

### A látszólagos gyűjtótávolság grafikus feltüntetése lencsénél.

A látszólagos gyűjtótávolság függését a lencse vastagságától grafikus módon is fel lehet tüntetni. Ha ugyanis egy derékszögű koordinátarendszerben az abszcissa-tengelyen mérjük a lencse változó vastagságát, az ordináta-tengelyen pedig a megfelelő látszólagos második gyűjtótávolságot, akkor ezen látszólagos gyűjtótávolságok görbéje egy egyenszarú hyperbola, vonatkoztatva oly derékszögű koordinátarendszerre, melynek tengelyei a hyperbola assymptotáihoz képest párhuzamosan el vannak tolódva. (Természetesen fel van tételezve, hogy csak a lencse vastagsága változik, ellenben a közegek törésmutatói, valamint a törőfelületek görbületi sugarai változatlanak).

Ugyanis lencsénél

$$\tau' = f'_2 + \sigma' \quad \text{és} \quad \sigma' = -\frac{f_2 f'_2}{d}.$$

Levegőben álló lencsénél

$$f_2 = -\frac{N' r_2}{N - N'} = \frac{N' r_2}{N' - N} = \frac{nr_1}{n-1}$$

és

$$f'_2 = \frac{N r_2}{N - N'} = -\frac{r_2}{\frac{N'}{N} - 1} = -\frac{r_2}{n-1},$$

hol  $n$  jelenti a két közeg relatív törésmutatóját ( $n = \frac{N'}{N}$ ); mint-hogy esetünkben  $n$  és  $r_2$  és  $r_1$  állandó, azért írhatjuk

$$\sigma' \cdot \delta = -f_2 \cdot f_2' = - \frac{r_2}{n-1} \cdot - \frac{r_2}{n-1} = \frac{r_2^2}{(n-1)^2} = \frac{a^2}{2} = \text{constans.}$$

De ez egy egyenszáru hyperbola egyenlete vonatkoztatva az assymptotákra mint koordinátarendszerre és « $a$ » jelenti a hyperbola valós tengelyének felét, melyet a lencse adataiból kiszámíthatunk, ugyanis:

$$a = \pm \frac{r_2}{n-1} \sqrt{2n}.$$

Ha nem a  $\delta$  és  $\sigma'$  mennyiségeket akarjuk abscissa, illetőleg ordinátatengelynek választani, hanem a lencse vastagságát és a megfelelő látszólagos gyújtótávolságot, akkor ezen új koordinátarendszer az előbbihez képest párhuzamosan el van tolva és kezdőpontjának koordinátái

$$\tau' = f_2' + \sigma' \quad \text{és} \quad \delta = d + f_2 - f_1'$$

egyenletekből meghatározhatók, ha bennök  $\tau' = 0$  és  $d = 0$  helyettesítéseket eszközöljük; e szerint az új koordinátarendszer kezdőpontjának régi koordinátái:

$$\frac{\sigma'}{\tau'=0} = -f_2' \quad \text{és} \quad \frac{\delta}{d=0} = f_2 - f_1'.$$

Mint hogy ezen új koordinátarendszerben az abscissa-tengelyen mérjük a lencse változó vastagságát, az ordináta-tengelyen pedig a látszólagos gyújtótávolság nagyságát, azért grafikus úton közvetlenül megkapjuk bármely lencsevastagságnak megfelelő látszólagos második gyújtótávolságnak nagyságát és előjelét, mely utóbbi a lencse gyűjtő vagy szóró minőségét meghatározza.

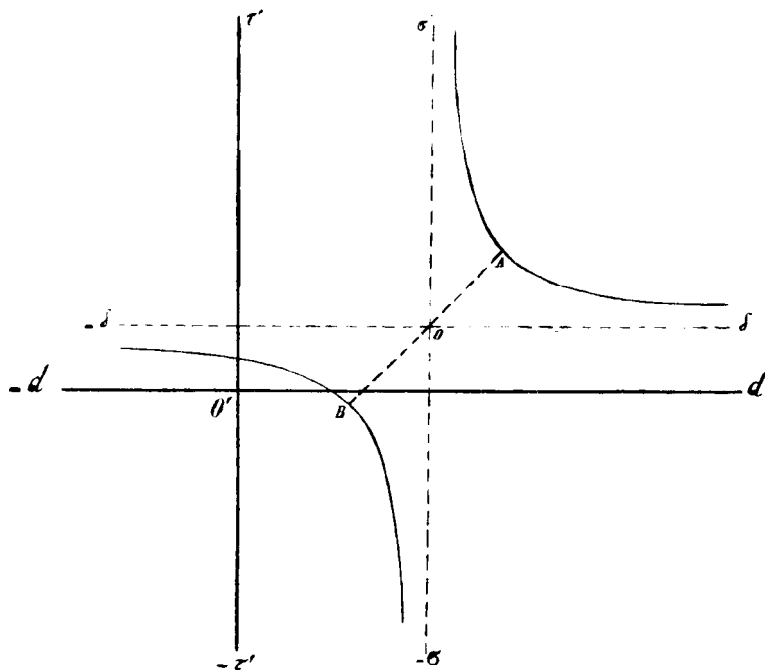
A 6. ábra feltünteti egy olyan bikonvex lencsénél fellépő viszonyokat, melynél a két törőfelület görbületi sugarai egyenlő nagyok (csak ellenkező jelűek) és a lencse anyagának relatív törésmutatója  $n = \frac{3}{2}$ ; akkor a második látszólagos gyújtótávolság képlete ( $\tau' = f_2' + \sigma'$ ) a következő alakra hozható

$$\tau' = \frac{2r(d-3r)}{d-6r}.$$

E szerint, ha

$d = 0$	$\tau' = +r$	} a lencse gyűjtő
$d = 3r$	$\tau' = 0$	
$d = 6r$	$\tau' = +\infty$	
$d > 6r$	$\tau' > 0$	a lencse gyűjtő
$d = \infty$	$\tau' = +2r$	“ “ “

Tehát a tekintetbe vett lencse szóró, míg vastagsága  $3r$  és  $6r$  között van, különben mindig gyűjtő. A rajzban a görbületi



6. ábra.

sugár van egységnek választva; a görbének « $dd$ » tengelyfeletti része felel meg azon lencsevastagságoknak, melyeknél a szerkezet gyűjtő.

## A képtávolság grafikus feltüntetése.

Ismeretes, hogy a képtávolság függését a tárgytávolságtól grafikus módon is fel lehet tüntetni. Ha egy derékszögű koordináta-rendszerben az abszcissa-tengelyen mérjük a rendszer első határfelületétől számított tárgytávolságot, az ordináta-tengelyen pedig a megfelelő képtávolságot (az utolsó törőfelülettől számítva!), akkor a képtávolságok görbéje egy egyenszárú hyperbola, melynek assymptotái a koordináta-rendszerhez képest  $\tau'$ , illetőleg  $\tau$  hosszakkal vannak párhuzamosan eltolódva, a mint az

$$(\xi - \tau)(\xi' - \tau') = FF'$$

képlet alakjából következik.

A 7. számú ábrában megszerkesztettem a képtávolságok görbéjét oly bikonvex lencse esetében, melynél a két felület görbületi sugara egyenlő nagyságú (természetesen ellenkező jelű), a lencse relativ törésmutatója  $n = \frac{3}{2}$  és a határfelületek egymástól távolsága egyenlő a görbületi sugár négyszeresével; tehát a lencse adatai:

$$\frac{N'}{N} = n = \frac{3}{2}; \quad r_1 = -r_2 = r \quad \text{és} \quad d = 4r.$$

A 208. és 213. lapon közlött képleteket alkalmazva, a következő értékeket nyerjük:

$$\begin{aligned} f_1 &= -2r; & f'_1 &= 3r; & f_2 &= -3r; & f'_2 &= 2r; \\ f &= \frac{6r}{d-6r} = -3r; & f' &= +3r; & \tau &= +r; & \tau' &= -r; \end{aligned}$$

$\tau'$  negatív előjele mutatja, hogy a tekintetbe vett rendszer szóró, de második gyújtótávolságának előjele pozitív.

A képtávolság képlete az értékek helyettesítése után a következő alakra hozható:

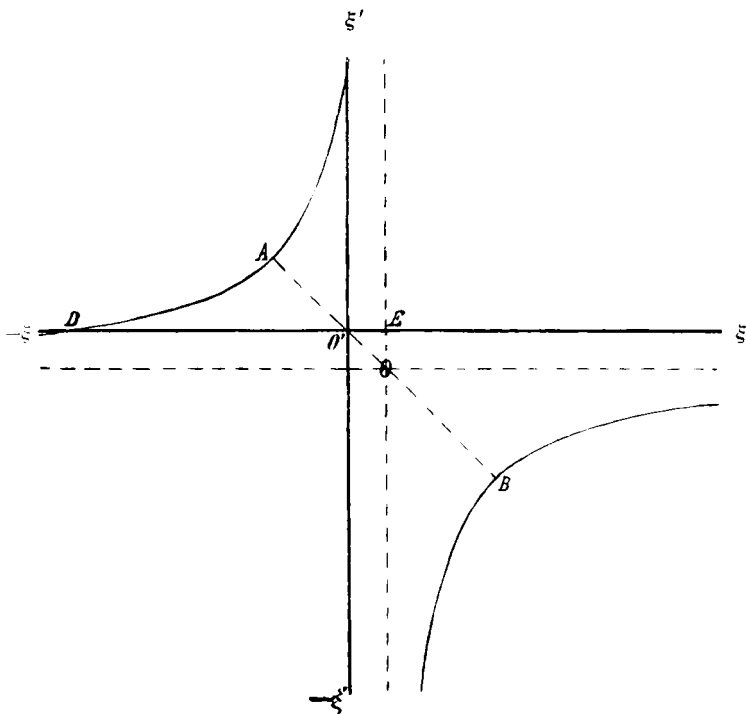
$$\xi' = \frac{\xi r + 8r^2}{r - \xi}.$$

E képlet alapján megszerkeszthető a képtávolságok görbéje; az ábrán a méretek a sugárban, mint hosszegységben vannak

kifejezve. Minthogy a képtávolság az utolsó (határ) felülettől van számítva, azért előjele meghatározza a kép fizikai minőségét; a rajzból látjuk, hogy a tekintetbe vett lencsénél valós képet kapunk, ha a tárgy  $D$  és  $E$  pontok között van, különben pedig képzetes a kép.

### III.

A kétféle alapon ejtett osztályozás bizonyos esetekben azonos eredményhez vezet, a mennyiben akkor a pozitív rendszerek



7. ábra.

egyszersmind gyűjtők, a negatívak pedig szórók. Ennek kimutatása végett fejezzük ki a rendszer második gyűjtőtávolságát mint a látszólagos második gyűjtőtávolságnak függvényét, a mit könnyen megtehetünk, feltéve, hogy csak két törőfelületből álló rendszerekre: az úgynevezett optikai lencsékre szorítkozunk. Ha

« $d$ »-vel jelöljük a lencse vastagságát, úgy a 210. lapon talált képlet szerint

$$\tau' - f_2' = \frac{f_2' \cdot f_1'}{d + f_2' - f_1'} = \frac{f_2' (d - f_1')}{d + f_2' - f_1'},$$

ebből

$$\frac{f_2'}{d + f_2' - f_1'} = \frac{\tau'}{d - f_1'}.$$

Helyettesítsük ezen értéket a GAUSS-féle második gyújtótávolság képletébe :

$$f_1' = - \frac{f_1' \cdot f_2'}{d + f_2' - f_1'} = - f_1' \cdot \frac{\tau'}{d - f_1'} = \frac{\tau'}{1 - \frac{d}{f_1'}}.$$

Tehát

$$f' = \frac{\tau'}{1 - \frac{d}{f_1'}}.$$

Ezen a lencsékre érvényes képletből kitűnik, hogy a GAUSS-féle második gyújtótávolság és a látszólagos második gyújtótávolság egyező előjelűek, ha :

1.  $d = 0$ , azaz egyetlen törőfelület vagy végtelen vékony lencse esetében.

2.  $f_1' < 0$ , vagyis az első törőfelület homorú (feltéve, hogy a lencse optikailag sűrűbb, mint a határközegek).

3.  $f_1' > d$ , az optikailag sűrűbb közeg az első gömbfelület homorú oldalán fekszik, de második gyújtótávolsága nagyobb, mint a lencse vastagsága.

Hasonlóan levezethető

$$f' = \frac{\tau}{1 + \frac{d}{f_2}}$$

egyenlet, melyből következik, hogy  $f$  és  $\tau$  egyező jelűek, ha

1.  $d = 0$ ; 2.  $f_2 > 0$ ; 3.  $f_2 < 0$ , de  $d < |f_2|$ .

Összefoglalva az eredményeket, mondhatjuk, hogy egy törőfelületnél, ideális lencsénél és bikonkáv lencsénél mindig egyező jelűek a GAUSS-féle és a látszólagos gyújtótávolságok; ugyanez áll

még olyan lencsénél is, melyeknél a két törőfelület gyújtópontjai nem esnek a lencse belsejébe. Az említett esetekben a pozitív rendszer egyszersmind gyűjtő ( $F'' > 0$  és  $\tau' > 0$ ), a negatív rendszer egyszersmind szóró ( $F'' < 0$  és  $\tau' < 0$ ), vagyis a GAUSS-féle második gyújtótávolság előjele nemcsak a képek állását határozza meg, hanem eldönti azt is, hogy az említett rendszerek második gyújtópontja valós-e vagy képzetes.

Ellenben más lencsénél vagy több törőfelülethől alkotott összetett rendszereknél ezen osztályok általában nem fedik többé egymást; SCHULLER ALAJOS szerkesztés útján kimutatta, hogy valamely rendszer második gyújtótávolságának előjeléből nem lehet a rendszer gyűjtő vagy szóró voltára következtetni, mert lehet valamely rendszer gyűjtő (második gyújtópontja realis), daczára annak, hogy második gyújtótávolsága negatív, és fordítva, lehet szóró, pedig gyújtótávolsága pozitív.

Fenti képleteinkből és a mondottakból tehát kiviláglik, hogy a kétféle alapon megejtett osztályozás osztályait egymástól élesen meg kell különböztetni: a pozitív és negatív gyújtótávolság általában csak a képek állását határozza meg és nem dönti el, hogy a második gyújtópont valós-e vagy képzetes.

Ha tehát az optikai rendszerek osztályozását ugyanazon alapon akarjuk eszközölni, mint egyetlen törőfelületnél, azaz ha a történeti fejlődésnek és a névnek megfelelően gyűjtőnek azt a szórónak rendszert akarjuk nevezni, mely a párhuzamosan beeső sugarakat egy valós pontban egyesíti, akkor a rendszer gyűjtő vagy szóró voltát nem a GAUSS-féle második gyújtótávolság előjele állapítja meg, mint azt kivált a régebbi szerzők (DAGUIN, MOUSSON, MÜLLER-POUILLET stb.) hibásan állítják, hanem a látszólagos gyújtótávolságnak az előjele (az ennek kiszámítására alkalmas képleteket lásd a 212. és 213. lapon).

Mínthogy a GAUSS-féle gyújtótávolság előjele nem határozza meg a gyújtópont valós vagy képzetes minőségét, azért az újabb szerzők teljesen elejtik a gyújtópont minősége alapján való osztályozást és tisztán a GAUSS-féle gyújtótávolság előjele alapján osztályozzák a rendszereket, hangsúlyozván, hogy ezen osztályozás



csak a képek állására vonatkozik (WINKELMANN: Handbuch d. Physik II. 1. pag. 49. DRUDE «Lehrbuch d. Optik» pag. 26). Ez az osztályozás helyes, hanem az általa megkülönböztetett pozitív és negatív gyűjtőtávolságú rendszereket gyűjtő, illetőleg szóró rendszereknek elnevezni nem célszerű és fizikailag helytelen; nem célszerű: mert a történeti fejlődés alapján a «gyűjtő» és «szóró» elnevezés a párhuzamosan beeső sugaraknak a rendszerben szenvedett irányváltozására vonatkozik; fizikailag is helytelen: mert igaz ugyan, hogy matematikai szempontból semmi kifogást sem lehet az ellen tenni, ha a pozitív gyűjtőtávolságú rendszereket gyűjtőknek, a negatív előjelűeket pedig szóróknak nevezik, a mennyiben ezen elnevezés jogosult, ha a megtört sugarak konvergencia-viszonyait a fény haladási irányában a rendszer második fókájától számítjuk; de fizikai szempontból a sugarak konvergencia-viszonyait okvetlenül az utolsó törőfelületre kell vonatkoztatnunk, mert fizikailag csak az a fontos, milyenek a rendszerből kilépő sugarak konvergencia-viszonyai, nem pedig, hogy milyenek a konvergencia-viszonyok a fókákra nézve, mely valódi, vagy képzetes, vagy a végtelenben is lehet.

A gyűjtő és szóró elnevezést általában nem tartom nagyon szerencsésnek, még akkor sem, ha nem is tévesztjük össze a gyűjtő-rendszert a pozitív rendszerrel, a szórót pedig a negatívval.

Ugyanis az elnevezésből azt lehetne következtetni, hogy gyűjtő rendszer a beeső sugarakat mindig konvergensebbé, szóró pedig divergensebbé teszi, mint azt sokan, sőt egyetlen törőfelület esetében valamennyi szerző állítja (HELMHOLTZ: Handbuch d. phys. Opt. pag. 62 63; MÜLLER-POUILLET (9. kiadás) II. 1. 1. p. 155; WINKELMANN: Handbuch d. Physik. II. 1. p. 74. stb.). Azonban ez az állítás hibás, a mit egyetlen törőfelület esetében számítás útján akarok kimutatni.

E célra felhasználok az anguláris nagyítás ismert egyenletét:

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = \frac{x - F'}{F'}$$

E képletben  $u$  jelenti a beeső sugárnak a rendszer tengelyével bezárt szögét és  $x$  ezen  $u$  szög csúcspontjának távolsága az

első fősíktól;  $u'$  pedig a megfelelő megtört sugárnak a tengelylyel bezárt szöge; a szögek pozitív jellel veendők számításba, ha a sugarat vagy annak meghosszabbítását az óramutató forgása irányában kell a szög csúcspontja körül elforgatni, hogy a szögteret surolva a tengelyhez jussunk; ellenkező esetben pedig a szög előjele negatív.

1. Alkalmazzuk a képletet egyetlen törőfelületre, melynek homorú oldalán legyen az optikailag sűrűbb közeg, tehát úgynevezett gyűjtő törőfelületre, melynél mint tudjuk

$$F < 0; \quad F' > 0 \quad \text{és} \quad F' > |F|.$$

Képletünket tehát a következő alakban írhatjuk fel

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = \frac{x + |F|}{|F'|}.$$

Analizáljuk most e képletet.

$\alpha)$   $x > 0$ , azaz a beeső sugarak konvergensek; a képlet mutatja, hogy pozitív  $x$  mellett  $u'$  és  $u$  szögek azonos előjelűek, tehát a megtört sugarak is konvergensek; de  $u' \geq u$  a szerint, a mint

$$x + |F| \geq |F'|$$

vagy mivel

$$F' + F = |F'| - |F| = r$$

a törőfelület görbületi sugara, azért mondhatjuk

$$|u'| \geq |u| \quad \text{ha} \quad x \geq r.$$

$\beta)$   $x < 0$ , azaz egy pontból jövő sugarak esnek a főlületre; látjuk, hogy  $u'$  és  $u$  szögek negatív  $x$  mellett egyező jelűek, míg  $|F| > |x|$  és ilyenkor  $|u'| < |u|$ ; ellenben ellenkező jelűek, ha  $|F| < |x|$ .

Ezek alapján mondhatjuk, hogy egy gyűjtő törőfelület a konvergensen beeső sugarakat vagy konvergensebbekké, vagy kevésbé konvergensekké teszi a szerint, a mint a meghosszabbított sugarak a görbületi középponton túl, vagy pedig a görbületi középponton innen, azaz ezen pont és a törőfelület

csúcspontja közötti térben metszik a tengelyt; a divergensen beeső sugarak pedig vagy konvergensekké, vagy kevésbé divergenssekké lesznek a szerint, a mint vagy az első gyűjtőponton kívül, vagy azon belül eső pontból indulnak ki.

2. A második közeg ismét optikailag sűrűbb, de a törőfelület homorú oldalán van, azaz úgynevezett szórórendszer, melynél

$$F > 0; \quad F' < 0 \quad \text{és} \quad |F'| > F,$$

tehát képletünk a következő alakot veszi fel

$$\frac{\operatorname{tg} u'}{\operatorname{tg} u} = - \frac{x - |F|}{|F'|} = - \frac{|F| - x}{|F'|}.$$

a) Legyen  $x < 0$ , azaz divergens-sugarak esnek a felületre, akkor  $u'$  és  $u$  előjelei egyezők, tehát a megtört sugarak is divergenssek, de  $u' \geq u$  a szerint, a mint

$$|F| + |x| \geq |F'|.$$

De

$$|F'| - |F| = |r|$$

vagyis  $u' \geq u$  a szerint, a mint  $|x| \geq |r|$ .

β) Legyen  $x > 0$ , a beeső sugarak konvergensek, akkor

$$u' \text{ és } u \text{ jelei egyezők,} \quad \text{míg } |F| > x \text{ és akkor } u' < u \\ u' \text{ " } u \text{ " különbözők " } |F| < x \text{ " " } u' \geq u.$$

Összefoglalva az eredményeket röviden mondhatjuk, hogy egyetlen gyűjtőtörőfelület a divergensen beeső sugarak divergenciáját mindig csökkenti, a konvergens sugarak konvergenciáját pedig növelheti is, de csökkentheti is; a szórófelület pedig a konvergens-sugarak konvergenciáját mindig csökkenti, de a divergens-sugarak divergenciáját növelheti is, de csökkentheti is.

Tehát helytelen az az állítás, hogy a gyűjtőfelület a beeső sugarakat mindig konvergensebbé, a szórófelület pedig mindig divergensebbé teszi, mint voltak a törés előtt.

Hasonlóan kimutatható, hogy összetett rendszerrel, például vékony lencsénél, sem áll az, hogy a gyűjtő rendszer a sugarak

konvergenciáját mindig fokozza, szóró pedig kisebbíti; hanem egyedüli helyes definíciója a gyűjtő rendszernek, hogy a párhuzamosan beeső sugarakat konvergensekké teszi, ellenben szóró rendszernél a párhuzamosan beeső sugarak a törés után divergenssek.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900. május 21.-én tartott üléséből.)

# ELEMI SYMMETRIÁK ÁLTALÁNOSÍTÁSA.

TÖTÖSSY BÉLA I. tagtól.

Székfoglaló értekezés.

Székfoglaló értekezésem tárgya a *symmetriáknak* nevezett *elemi geometriai rokonságok* bizonyos módon való *általánosítása*.

A *symmetriáknak* ismeretes általánosításai az *involutiós collineációk*, hiszen tudjuk, hogy azok éppen ezeknek speciális esetei.

En más úton kerestem az általánosítást, és ezen oly általánosabb jellegű rokonságokhoz jutottam, a melyek úgy látszik — eddig még ismeretlenek.

1. A *síkbeli tengelysymmetriából* indulok ki.

A síkban adva van egy tetszőleges egyenes, mint a *symmetria tengelye* és egy tetszőleges irány, mint a *symmetria iránya*. Megfelelő pontpárok a *tengely* különböző oldalán *egyenlő távolságban* fekszenek a *tengelytől*, a *távolságokat* mindig a *symmetria irányában* mérve.

Ha most arra gondolunk, hogy *parallel egyeneseket* egy és ugyanazon, a végtelenben fekvő ponton keresztül menőknek kell tekintenünk, közelfekvő általánosítást nyerünk, ha azt a pontot tetszőlegesen a végesben vesszük fel, a rokonságot tehát a következőképen definiáljuk:

A síkban tetszőlegesen van megadva az  $s_1$  egyenes mint *tengely* és a végesben fekvő  $C$  pont mint *sorozó pólus*. Megfelelő pontpárok a *tengely* különböző oldalán, *egyenlő távolságban* fekszenek a *tengelytől*, a *távolságokat* mindig a *sorozó póluson átmenő egyeneseken* mérve.

Ezt a rokonságot *sorozó pólusra vonatkozó*, vagy *sorozó pólussal bíró tengelysymmetriának* akarom nevezni.

Valamely  $P$  pontnak megfelelő pontját vagy képét  $P'$ -t tehát a  $PC$  egyenesen a

$$PS_1 = S_1P'$$

feltétel határozza meg, ha a  $PC$  egyenes tengelymetszését  $S_1$ -gyel jelöljük.

Ha most a végtelenben fekvő egyenest  $s_2$ -vel, a  $PC$  egyenes végtelenben fekvő pontját  $S_2$ -vel jelöljük, akkor azt látjuk, hogy  $(S_1S_2PP')$  *harmonikus csoport*, tehát rokonságunkat így is fogalmazhatjuk:

*Minden megfelelő pontpár a rokonság sorozó pólusán átmenő egyenest határoz meg és ezen a tengelyt és a végtelenben fekvő egyenest harmonikusan osztja.*

Ez további általánosításra vezet, ha tudniillik a végtelenben fekvő egyenes helyébe valamely tetszőlegesen a végesben fekvő egyenest teszünk. A síkban adva van tehát két egyenes  $s_1$  és  $s_2$  mint *tengely* és a tetszőleges  $C$  pont mint *sorozó pólus*. Rokonságunk definitioja már most a következő:

*Megfelelő pontpárok a sorozó póluson átmenő egyeneseket határoznak meg és ezeken harmonikusan osztják a két tengelyt.*

Ennélfogva a  $PC$  egyenes metszéspontjait az  $s_1$  és  $s_2$  tengelyekkel rendre  $S_1$  és  $S_2$ -vel jelölván, a  $P$  pontnak megfelelőjét  $P'$ -t az

$$(S_1S_2PP') = -1$$

feltétel határozza meg.

Meggondolván azt, hogy az  $s_1, s_2$  egyenespár nem más degenerált másodrendű görbénél, az általánosítással megtehetjük az utolsó lépést, ha az egyenespár helyébe valamely *tetszőleges másodrendű görbét* teszünk. Ezzel eljutottunk egy jól ismert *quadrátikus rokonsághoz*, mint az itt felsorolt összes *rokonságok* és a még fel nem említett, de szintén az elemi geometriai rokonságokhoz számított *recziprok radiusok rokonságának közös forrásához*.

Adva van tehát az  $s$  másodrendű görbe mint *directrix-kúpszelet* és síkjában a tetszőleges  $C$  pont mint *sorozó pólus*.  $C$  polarisa  $s$ -re nézve legyen  $c$ ;  $c$ -nek metszéspontjai  $s$ -sel legyenek  $A$

és  $B$ , ezekben az  $s$  érintői  $a$ , illetőleg  $b$ . A sik pontjai között most a következő rokonságot definiáljuk:

*Megfelelő pontpárok a sorozó póluson átmenő egyeneseket határoznak meg és ezeken a directrix-kúpszeletet harmonikusan osztják.*

Ha tehát  $P, P'$  ily megfelelő pontpár, melynek összekötő vonala a directrix-kúpszeletet az  $S_1$  és  $S_2$  pontokban metszi és természetesen a  $C$  ponton átmegy, akkor

$$(S_1 S_2 P P') = -1.$$

A  $P, P'$  megfelelő pontpárok a directrix-kúpszeletre vonatkozó *conjugált harmonikus pólusok*.

2. A rokonság az ismeretes *quadraticus birationalis transformatio*. A vonatkozás általában kölcsönösen egyértelmű. Az  $A, B$  és  $C$  pontok a birationalis transformatio *főpontjai* vagy *alappontjai*, a melyekben az egyértelmű vonatkozás megszűnik; az  $a, b$  és  $c$  egyenesek képezik a hozzátartozó *fővonalak* vagy *alapvonalak* rendszerét, úgy hogy az  $A, B$  illetőleg  $C$  pontnak mindig az  $a, b$  illetőleg  $c$  egyenes minden pontja felel meg, míg az  $a, b$  illetőleg  $c$  egyenes bármely pontjának képe mindig az  $A, B$  illetőleg a  $C$  pont. A directrix-kúpszelet minden pontja *önönmagának megfelelő*.

A tetszőleges  $p$  egyenes pontjainak képei másodrendű görbén fekszenek, mely az  $A, B, C$  pontokon és a  $p$  egyenesnek a directrix-kúpszelettel való két metszéspontján átmegy.

Ha a directrix-kúpszelet *kör* és a sorozó pólus *e kör középpontja*, akkor rokonságuk a *recziprok radiusok rokonságává* lesz. Az alappontok háromszögét a directrix-kör középpontjával együtt a síknak két képzetes, a végtelenben fekvő körpontja képezi, az alapvonalak rendszere a végtelenben fekvő egyenesből és a kör két képzetes asymptotájából áll. Tetszőleges egyenesnek a directrix-kör középpontján átmenő kör felel meg és megfordítva. Tetszőleges körnek megfelelője szintén kör.

3. Ha a tárgyalt általános quadraticus birationalis transformatiónál a directrix-kúpszelet egyenespárrá fajul el, akkor a rokonság *quadraticus marad* és a fent említett rokonságba megy át.

A  $C$  alappont marad a síknak tetszőleges pontja, az  $A$  és  $B$  alappontok a tengelyek  $M$  metszéspontjában egyesülnek, az  $a$  és  $b$  alapvonalak tehát a  $CM$  egyenessel esnek össze. A  $CM$  egyenest  $m$ -mel jelölve, az  $A$  és  $B$  összeeső alappontok összekötő vonalát, az  $M$  ponton átmenő  $c$  alapvonalat, mint a  $C$  pontnak polárisát az  $s_1s_2$  széteső kúpszeletre nézve, az

$$(s_1s_2mc) = -1$$

feltétel határozza meg.

A végtelenben fekvő  $q$  egyenes pontjainak képe — azaz a sorozó pólus sugarain az  $s_1$  és  $s_2$  tengelyek közt fekvő  $\overline{S_1S_2}$  egyenes darabok felező pontjainak összessége — oly  $q'$  hyperbolán fekszenek, a melynek asymptotái paralelek a tengelyekkel. E hyperbola továbbá a  $c$  egyenest az  $M$  pontban érinti, átmegy a  $C$  ponton és ebben a  $c$  alapvonallal parallel érintővel bír és így a középpontja a  $\overline{CM}$  egyenes darab felező pontja.

Valamely tetszőleges  $p$  egyenes képe a  $p'$  kúpszelet, mely a  $C$  ponton átmegy, az  $M$  pontban a  $c$  egyenest érinti és  $p$ -nek a tengelyekkel való metszéspontjait is tartalmazza.

A  $p'$  kúpszelet *hyperbola*, *ellipsis* vagy *parabola* a szerint, a mint a  $p$  egyenes a végtelenben fekvő egyenes képét a  $q'$  kúpszeletet két valós, vagy két képzetes pontban metszi, vagy pedig érinti.

Ha a  $p$  egyenes az  $M$  ponton megy át, akkor a neki megfelelő másodrendű görbe szétesik. Egyik részét az  $m$  egyenes képezi, a másik része az a szintén az  $M$  ponton átmenő  $p'$  egyenes, a mely  $p$ -vel az  $s_1s_2$  egyenespárt harmonikusan osztja, tehát

$$(s_1s_2pp') = -1$$

feltételnek tesz eleget.

Ha a  $p$  egyenes az  $s_1$  illetőleg  $s_2$  tengelybe esik, akkor a neki megfelelő széteső másodrendű görbe egyik része maga a  $p$  egyenes, melynek minden pontja önönmagának megfelelő, másik része az  $m$  egyenes, melynek minden pontja az  $M$  pontnak felel meg.

Ha a  $p$  egyenes a  $C$  pontot tartalmazza, akkor képe szintén szétesik, de most a kép egyik részét a  $C$  pontnak megfelelőleg a  $c$  egyenes képezi, míg a másik rész összeesik magával a  $p$  egyenessel és ezen a megfelelő pontpárok oly involutiót alkotnak, a



melynek kettős elemei a  $p$  egyenesnek a tengelyekkel való metszéspontjai.

Ha a  $p$  egyenes az  $m$  alapvonallal esik össze, akkor képe a  $c$ ,  $m$  egyenespár; ha végre  $p$  a  $c$  alapvonallal esik össze, akkor képe a kétszer számított  $m$  alapvonal.

4. Áttérek annak az esetben tárgyalására, melyben az egyik tengely, például  $s_2$  a végtelenben fekszik.

A rokonság még mindig *quadrátikus* és nem más, mint a (2) alatt felemlített *tengelysymmetria sorozó pólussal*.

A *symmetria tengelye* a végesben fekvő  $s_1$  egyenes, a *sorozó pólus*, a mely egyszersmind a rokonságnak egyedüli a végesben fekvő *alappontja*, a  $C$  pont. A még hátralévő két alappont  $A$  és  $B$  az  $s_1$  tengelynek végtelenben fekvő pontjába  $M$ -be esik. Az  $m$ -ben összeeső két alapvonal  $a$  és  $b$  átmegy a  $C$  ponton és parallel  $s_1$ -gyel, a rokonság harmadik alapvonala  $c$ , az  $s_1$  tengelyre nézve *symmetrikusan* fekszik  $m$ -mel.

Ha a végtelenben fekvő egyenes minden pontja, mint az  $s_2$  tengelynek pontja *önönmagának felel meg*, akkor az  $M$  pontnak, mint alappontnak megfelelője az  $m$  egyenes minden pontja.

A tetszőleges  $p$  egyenesnek képe a  $C$  ponton átmenő hyperbola, melynek egyik asymptotája a  $c$  egyenes, másik asymptotája parallel a  $p$  egyenessel és a  $C$  pontra nézve vele *symmetrikusan* fekszik.

E rokonság a következő tételre és ebből kifolyólag a *hyperbolának új egyszerű szerkesztésére vezet*:

Valamely hyperbolának két asymptotája legyen  $a$  és  $a^*$ , tetszőleges pontja  $P$ . E ponton át fektessünk parallel az asymptotákhoz egyeneseket, a melyek közül az  $a$ -val parallelt  $p$ -vel, az  $a^*$ -val parallelt  $s_1$ -gyel jelöljük. A hyperbola érintője a  $P$  pontban legyen  $t$ , ennek metszéspontja az  $a$  asymptotával legyen  $T$ . Végre a  $T$  ponton keresztül húzzuk meg az  $a^*$  asymptotával parallel  $m$  egyenest, mely a hyperbolát még a  $p$  és  $a$  egyenesektől egyenlő távolságban fekvő  $C$  pontban metszi. Tételünk most a következő:

A hyperbola és a  $p$  egyenes pontjai *symmetrikusan* fekszenek az  $s_1$  tengelyre nézve a  $C$  ponttal mint sorozó pólussal.

Tehát minden a  $C$  ponton átmenő sugár a hyperbolát és a

$p$  egyenest oly pontokban metszi, a melyek az  $s_1$  tengelynek különböző oldalán egyenlő távolságban fekszenek.

Ha a  $p$  és  $s_1$  egyenesek szerepet cserélnek, akkor természetesen a hyperbolának más pontja szerepel mint sorozó pólus. Jelöljük tehát az előbb  $p$  és  $s_1$ -gyel jelölt egyeneseket most  $s_1^*$  illetőleg  $p^*$ -vel, akkor a  $t$  érintőnek metszéspontját az  $a^*$  asymptotával  $T^*$ -vel jelölván, e ponton át, parallel az  $a$  asymptotához, fektessük az  $m^*$  egyenest, melynek metszéspontja a hyperbolával az  $s_1^*$  symmetriatengelyhez tartozó  $C^*$  sorozó pólust adja. A  $C^*$  pont a  $p^*$  és  $a^*$  egyenesektől egyenlő távolságban fekszik.

5. Térjünk vissza a fent (3) alatt felemlített általánosabb rokonsághoz, melyben *mind a két tengely és a sorozó pólus is a végesben fekszenek* és vizsgáljuk meg, hogy mi lesz vele, ha a sorozó pólus az egyik tengelyen, például az  $s_2$ -n fekszik?

Ebben az esetben úgy a  $c$  mint az  $m$  alapvonal összeesik az  $s_2$  tengellyel. Minden nem az  $s_2$ -n fekvő pont a képével egy a  $C$  ponton átmenő egyenest határoz meg és ezen a  $C$  pontot és az  $s_1$  tengelyt *harmonikusan* osztja. Magának az  $s_2$  tengelynek pontjaira nézve a rokonság definitioja megtagadja a szolgálatot. A szerint ugyanis, a mint ily  $P$  pontot a most összeeső  $m, c$  vagy  $s_2$  egyenes tetszőleges pontjának tekintünk, megfelelője az  $M, C$  illetőleg maga a  $P$  pont. Ha pedig a (3) alatti általános definitio értelmében akarjuk a megfelelő  $P'$  pontot felkeresni, akkor a szerkesztés eredménye határozatlanná lesz és mint megfelelő  $P'$  az  $s_2$  egyenes bármely pontja tekinthető.

Bármely  $p$  egyenes képe *mindig* széteső másodrendű görbe, a melynek egyik része — a  $ps_2$  metszéspontnak megfelelőleg — *mindig az  $s_2$  egyenes*, míg a másik része — a  $p$  egyenes többi pontjainak megfelelőleg — az a  $p'$  egyenes, mely a  $p$  egyenesnek az  $s_1$  tengellyel való metszéspontján át megy, és e metszéspontnak a  $C$  ponttal való összekötővonalát  $n$ -nel jelölván, a

$$(pp's_1n) = -1$$

feltételnek eleget tesz.

Quadratikus rokonságunk most *degenerál*, a rokonság tudniillik az egész síkon, az egy  $s_2$  egyenes kivételével *lineáris* és nem más mint az az *involutiós centralis collineatio*, melynek  $C$

a *collineatio centruma* és  $s_1$  a *collineatio tengelye*; csupán az  $s_2$  egyenes pontjai *kivételes elemek*.

Ha most czélszerűségi okokból, folytonossági megfontolások alapján a rokonság definitióját oly módon egészítjük ki, hogy az  $s_2$  egyenesen is megköveteljük, hogy megfelelő pontpárok azok legyenek, a melyek a  $C$  pontot és az  $s_1$  tengelyt harmonikusan osztják, akkor azt találjuk, hogy az *involutió centralis collineatio* az itt tárgyalt általánosabb *quadrátikus rokonságnak* *specziális, illetőleg határeset*e.

Ugyanezeket a megfontolásokat a sorozó pólussal bíró *tengelysymmetriára* alkalmazva, ezen általánosabb jellegű *symmetria* *specziális* eseteként keletkezik egyrészt a *közönséges tengelysymmetria*, ha tudniillik a sorozó pólus a végtelenben fekszik, de keletkezik másrészt a *közönséges centralis symmetria* is, ha a sorozó pólus a végesben fekvő *symmetriatengelynek* valamelyik pontja.

#### 6. A háromméretű térre való általánosítás nyilvánvaló.

A térben háromféle *symmetriát* ismerünk, tudniillik a *symmetriát síkra, pontra és egyenesre nézve*. Az első kettőnek ismeretes általánosítása az *involutió centralis collineatio*, a harmadik általánosítása az *involutió biaxialis collineatio*.

A mint előbb a síkban, úgy most a térben kerestem és találtam is oly általánosabb jellegű rokonságot, mely nemcsak az összes *symmetriáknak* és azok ismeretes általánosításainak, az *involutió collineatióknak*, hanem egyszersmind még más, általánosabb jellegű *symmetriáknak* és a térbeli elemi *quadrátikus rokonságnak*, a *recziprok radiusok rokonságának* is közös forrását képezi.

Ez irányban tett vizsgálataim eredményeit a tek. Akadémia engedelmével más alkalommal szándékozom előadni.



## A NEM EUKLIDIKUS GEOMETRIA TÖRTÉNETE BOLYAI JÁNOS HÁTRAHAGYOTT IRATAIBAN.

STÄCKEL PÁL külső tagtól.

BOLYAI JÁNOS hagyatéka, melynek felhasználását a marosvásárhelyi ev. ref. kollegium nekem megengedni sziveskedett, terjedelmes följegyzéseket tartalmaz, melyekben János abszolút geometriájának keletkezéséről ír. Egy részök az 1833 és 1835 közötti időből származik, egy másik részök az 1851 és 1860 közötti időből. Minthogy nincs sajtó alá kész kidolgozásokról szó, hanem csak — néha egyes papirszeletekre — odavetett tervezetekről, melyekben számos ismétlés, közbeszúrás és törlés van, továbbá mert az első időszak följegyzései hemzsegek János atyja ellen, FARKAS ellen, intézett oly heves támadásoktól, melyeket János utóbb megbánt, azért teljes kinyomatásuk nem látszott helyén valónak. Inkább az a feladat hárult a szerzőre, hogy ezen anyagnak és a többi, mindenestre igen gyér, forrásnak alapján összefüggésben adja elő a nem euklidikus geometriának BOLYAI JÁNOS által való fölfedezését; egyszersmind János följegyzései, a mennyire csak lehetett, a szövegbe fölvétettek.\* Mint főeredmény annak a ténynek megállapítása emelhető ki, hogy BOLYAI *abszolút geometriáját teljesen önállóan fedezte föl és dolgozta ki*. Evvel nem akarom tagadni, hogy atyjától, FARKAS-tól, és ifjúkori barátjától, SZÁSZ KÁROLY-tól, kire már BEDŐHÁZI JÁNOS figyelmeztetett,\*\* eredt impulsusok elő-

---

\* E följegyzések, valamint GAUSS és a két BOLYAI idézett levelei (egyet kivéven) németül lévén írva, csak fordításban voltak a szövegbe olvashatók.

\*\* A két Bolyai. Maros-Vásárhely. 413—414. l.

mozdítólag hatottak közre; ámde ilynemű befolyásoknak nincs több jelentőségük, mint a fény és hő felszabadító erejének a szerves élet fejlődésében, az egyéniség magvát érintetlenül hagyják.

A parallela-elmélettel való foglalkozásra BOLYAI JÁNOS az első impulsust atyjának, FARKAS-nak, köszöni, ki maga tanította őt a matematikára és «a parallelák, az egyenes és más alaptanok elméletének hiányosságára figyelmeztette.» Természetesen csak célzásokról van szó, melyeket a lángelméjű apa a tudományszomjas fiúnak «odavetett.» Nehány ily nyilatkozatot JÁNOS alkalmilag föl említ. «Egyszer azt mondta, a ki a tizenegyedik axiomára bebizonyítást találna, akkora gyémántot érdemelne, mint a Föld. Máskor: kinek ez sikerülni fog, annak, halandók, örök emléket állítanak.»

Így történt, hogy JÁNOS «a feladatnak egészen sajátos kiválóságától és fontosságától ingerelve» a parallela-elméletet a bécsi cs. k. genie-akadémiában való tartozkodása alatt (1817—1822) «kedvencz foglalkozásává» tette; e mellett egyébiránt igen fellengző tervei voltak, a matematikát az elemektől az infinitesimalis számításig egy nagy munkában akarta feldolgozni, oly eszme, melyre később ismételten visszatért, de melyből annyit sem valósított, mint FARKAS a TENTAMEN-ben.

«A tizenegyedik axioma egyik lehető bebizonyítására» JÁNOS «először a következő utat választotta: bebizonyítandó, hogy az egyenessel egyenlközű, vagyis a tőle valamely síkban mindenütt egyenlkően távol levő vonal, szintén egyenes; e végből megvizsgálandó, hogy ellenkező esetben e vonalnak milyen tulajdonságokkal kellene birnia.» Ma tudjuk, hogy már SACCHERI (1733) és LAMBERT (1766) ugyanezen úton indultak.\* A mi a részleteket illeti, JÁNOS azt iparkodott kimutatni, hogy «oly szabályos törött vonal, melynek minden szögpontja valamely egyenestől egyenlkően távol van», azt okvetlenül metszi, és ily módon találkozott atyjával, a ki e vonalat «göttingai parallela-elméletében» tárgyalta.\*\*

---

\* STÄCKEL és ENGEL, *Die Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauss*. Lipcse, 1895.

\*\* Bolyai Farkas és Gauss Frigyes Károly levelezése, szerkesztették SCHMIDT és STÄCKEL. Budapest, 1899. 67—78. lap.

Midőn János a tizenegyedik axioma bebizonyítására vonatkozó kísérleteit 1820-ban atyjával közölte, ez neki a következő figyelemre méltó levelet írta.

«Kérlek, te se kísérelj meg a parallelákat; mert velők minden idődet elpazarlanád. A tételt valamennyien együtt nem fogjátok bebizonyíthatni. A parallelák mélyére hatolni sem a velem közölt, sem más úton ne kísérelj meg. Ne próbáld meg, sohasem fogod megmutatni, hogy a felső egyenes, ha darabról-darabra ugyanazon szöggel forgatjuk az alsó felé, ezt valamikor metszeni fogja. Ismerem minden út végét; nem találkoztam oly eszmével, melyet már fel nem dolgoztam volna. Bejártam e feneketlen éjszakát, és minden fény, életemnek minden öröme elhamvadt benne. Isten szerelmére kérlek, hagyj abba a parallelák dolgát — úgy irtózzál tőle, mint valami feslett társaságtól, épen úgy foszthat meg minden idődtől, egészségedtől, nyugalmadtól és egész életkedvedtől. Ama feneketlen sötétség ezer NEWTON-i óriástornyt is elnyel. E Földön sohasem fog megvilágíttatni, és a szegény emberi nemnek sohasem lesz valami teljesen tisztája, a geometriában sem. Nagy és örök seb ez lelkemen. Isten óvjon meg téged attól, hogy nálad is oly mélyre rágódjék. Ez elveszi a geometriához, a földi élethez való kedvünket. Eltökéltem feláldozni magamat az igazságért, és kész lettem volna a vértanúságra, csak hogy a geometriát e folttól megtisztítva adhassam át az emberi nemnek. Óriási munkákba fogtam, semmit sem hagytam megkísérletlenül. Sokkal jobbat nyújtottam, mint a mi addig megvolt, de tökéletes kielégítést nem találtam, itt is állván: Si paullum a summo discesseris, vergis ad imum. Midőn beláttam, hogy ezen éjszaka alapjáig a Földről nem hatolhatunk, megfordultam, vigasztalanul, magamat és a szegény emberi nemet siratva. Okulj példámon. A parallelákat törekedvén megismerni, tudatlan maradtam. Ez elrabolta életem és időm minden virágát, sőt ebben gyökeredzik minden későbbi hibám alapja, és a családi viszonyok borús felhőiből hullott az eső. Ha feltaláltam volna a parallelákat, bár senki sem tudta volna meg, angyallá lettem volna; nem adtam volna magamat kétségbe esésből sem a költészetre, sem annyi más dologra, részben ezermesterségre, és egyáltalában teljesen más ember lettem volna.» »

«Higyj nekem! és most tanulj, iparkodjál haladni, jegyezd föl, ha valamit nem értesz, ha valahol hiányokat találsz, és menj tovább; különben oly anyagra találhatsz, mely könnyen egész életedet fölemésztí. Egyébiránt örülök, hogy annyira szereted a tiszta igazságot, és jól esik látnom, hogy oly szép tehetséged van, melylyel más téren sokra viheted; annál jobban fáj, ha a parallelák miatt tönkre kellene menned. Nem tartlak arra képesnek, hogy e téren többet tehetnél nálam, valamint hiszem, hogy a tudomány más, magasabb részeiben többet alkothatnál, mint én. Vessd magad arra, a mit én nem nyújtottam. Ne fecséreljünk el kétszeres erőt. Mi az egyiktől megvan, azt ne csinálja meg a másik. Azok a hiányok, melyeket [a függvénytanban] LAGRANGE-nál találtál, megszüntethetők.»

«Majd megküldöm neked saját kísérleteimet, és akkor megfogsz róla győződni. Ha az alapelvet elfogadjuk, akkor bennök minden egyéb helyes, de axiomáim közül egyik sem olyan, a milyennek lennie kellene. Megfoghatatlan, mint kellett a geometriában megmaradnia ezen eltávolíthatatlan homálnak, ezen örökös napfogyatkozásnak, e foltnak, ezen örökös felhőnek a szüzsies tiszta igazságon. Egy mindig önmagába visszatérő kör uralkodik e dologban. Átok van rajta, állandóan magához csalogató labyrinthus ez, a ki evvel foglalkozik, elszegényedik, mint a kincsásó, és tudatlan marad. Bármilyen látszólagos ellenmondásra bukkansz, mindannyi nem használ, alapelvül egyiket sem fogadhatod el. Teszem például azt, hogy ha a parallelák elmélete helytelen, akkor oly háromszög vagy akár hány oldalú sokszög alakítható, melyben a szögek összege kisebb bármely szögnél,\* és ezer effélét. Ha csak annyit sikerülne bebizonyítani, hogy a belső szögek összegének akár milyen kicsiny értékénél minden — bármily hosszú — vonaldarab végpontjain keresztül húzott egyenesek egymást metszik, akkor minden egyéb szigorúan levezethető; ámde ilyesmit alapelvül nem szabad elfogadni.»

«Némely axiomám oly elbűvölő, hogy első pillanatra hajlandók volnánk evidensnek tekinteni. De egyik sem az. Oly tudo-

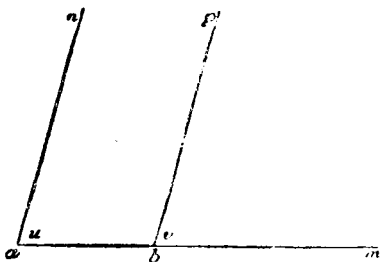
---

\* [V. ö. erre nézve GAUSS levelét, melyet 1799 decz. 16.-án FARKAS-nak irt. *Bolyai és Gauss levelezése*, 36—37. lap.]

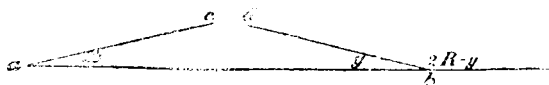


mány számára, mint a geometria, nincs teljesen egyszerű és eléggé világos alap. A nagysággal itt semmire sem jutunk, mert itt az egész egyenlő a maga részével. Például, valamint már  $\overline{am} = \overline{bm}$ , úgy e helyzetben, bár  $u=v$ , mégis  $v$  az  $u$ -nak része, és a szintén végtelen nagy  $[nabp]$  sáv megmarad. Épen azért nem is vagyok képes azt bebizonyítani, miszerint: ha a parallelák elmélete hamis, akkor  $x$ -nek a 0-ig való fogyásánál  $ab$  mindig oly hosszú lehet, hogy — habár  $cab$  mindig  $= x$  — mégis  $ac$  és  $bd$  minden határon túl meghosszabbítva sem metszik egymást, és hogy ennél fogva a 0-hoz közeledő  $x$  szögben a  $2R$ -hez közeledő  $2R-y$  és így  $2x$ -ben a  $4R-2y$  szög egészen befoglalatik. És mindez még nem elég, de hogy esetleg ne kísérelj meg kiegészítést, befejezem.»

«Ha axiomáim bármelyikét elfogadjuk, akkor bebizonyításaimban minden egyéb elegánsan, világosan és szabatosan, Euklidesi szigorral van levezetve. De még odáig is csak roppant idővesztés után juthatsz, a mi nálam egészen tökéletesen van meg, csak hosszasan és nehezen. Talán egész életedet hiába töltenéd vele. Többet



1. ábra.

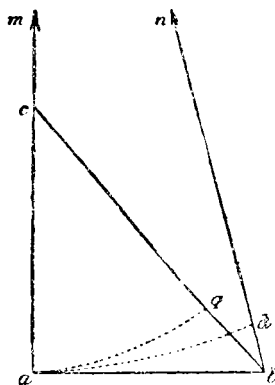


2. ábra.

mint én e téren nem fogsz létrehozhatni. Én a legmélyebbre hatoltam. E tájakon Herkules-oszlopok állanak. Egy tapodtat se lépj előre, különben el vagy veszve!»

E «nagyon nyomatékos és erőteljes intés, mely talán olyan-nak látszik, hogy még a legmerészebbet is mindenkorra megfoszthatná bátorságától,» János-on nem fogott, hanem, úgy írja, «a helyett, hogy elriasztattam volna, érdeklődésem csak még élénkebb lett, és a leghevesebbre fokozott vágygyal és erélylyel iparkodtam minden áron magamat keresztül törni.»

JÁNOS eszméinek további fejlődésére lényeges befolyású volt barátsága egy nála mintegy öt évvel idősebb nagy tehetségű ifjúval, a Bécsben TELEKI ELEK gróf mellett nevelősködő SZÁSZ KÁROLY-lyal (élt 1798—1853), habár csak rövid ideig érintkeztek, mert Szász nemsokára, vagy még 1820-ban, vagy 1821 elején, visszatért Magyarországra és a nagy-enyedi collegiumon jogtanárrá lett. A parallelelméletről «vasár-, ünnep- és általában kimenő napokon» folytatott beszélgetéseik közben egyszer Szász-nak a következő «szellemes, valóban geometriai és XI. axiomától független tértudománynak helyes kifejtésére és előadására alapul szolgáló eszméje» volt, «hogy midőn azt az egyenest, melyet egy  $[b]$  pontból egy másik  $[mn]$  egyenesnek valamely  $[c]$  pontján keresztül húztunk, a két egyenes meghatározta síkban ama  $[b]$  pont körül forgatjuk, akkor a forgó egyenes, mely a másik  $[am]$  egyenest egy ideig metszi, attól egy bizonyos helyzetben — Szász kifejezésével élve — elpattan, és e  $[bn]$  helyzetben ő azt a legközelebbi parallelának vagy nem vágónak nevezte.» JÁNOS később asymptotikus parallelának vagy asymptotának mondta.



3. ábra.

Máskor Szász azt a kérdést vetette fel «vajjon abból, hogy  $bn$  az  $am$  asymptotája, nem következik-e az  $am = bn$  egyenlőség», és erre JÁNOS «rögtön nemmel felelt.» Mert ha  $ab$  merőleges  $am$ -re és  $c$ -ből  $cb$ -re folyvást felrakjuk a  $cq = ca$  hosszúságot, akkor a  $q$  pont, midőn  $bc$ -t  $b$  körül a  $bn$  helyzetbe forgatjuk, végre egy  $d$  pontba megy át, mely abban az esetben, ha  $abn$  hegyes szög, nem esik össze  $b$ -vel. «Felületesen szólva,» akkor « $bd$  az  $am$  és  $bn$  végtelen távolságok kü-

lönbsége, vagy szabatosan kifejezve,  $bd$  a két minden határon túl növekedő oldal különbségének határa. Innen rögtön a minden határon túl növekedő sugarú kör oly konkrét határvonalának eszméje merült fel, mely a véges sugarú körökhöz és valamely egyenessel egyenközű vonalakhoz hasonló vonatkozásban van, mint a parabola az ellipsisekhez és hyperbolákhoz.» Ezen oknál fogva

JÁNOS, úgy állítja, már 1823-ban a körök határvonala számára a később GAUSS-tól indítványozott paracyklus elnevezést vezette be.

Továbbá azt írja, hogy a két barát «sejtette e végtelen sugárú kör természetének és a XI. axioma igazsága kérdésének szoros összefüggését, és nem kételkedtek, hogy a XI. axioma szigoruan igazolható, mihelyt e végtelen sugárú körnek egyenes voltát sikerül kimutatni», valamint hogy «nagy ügyességre tettek szert a szóban forgó esetben elégtelen tételek használhatatlanságának felismerésében.» «De itt» végzi JÁNOS «már egészen megálltunk.»

Midőn JÁNOS e meggondolásokat közölte atyjával, FARKAS nem helyeselte azokat. «A mi a végtelen sugárú kört illeti, azt egészen elvetette, mondván, hogy attól EUKLIDES elfordítaná arczát, és el akarván velem hitetni, hogy azon GAUSS és általában mindenki bizonyosan meg fog ütközni, és hogy az nélkülözhető.» Majd nyomatékosabb intelmekre tért át. «Megvallom, hogy egyenesed elpattanásától sem várok semmit. Azt vélem, ezeken a tájakon is jártam; e pokoli holt tenger minden szirtje mellett elhajóztam, és mindenhonnan szétfűzött árbocczzal és foszlányos vitorlakkal tértem vissza, és csak itt kezdődött kedvem pusztulása és bukásom. Meggondolatlanul életemet és boldogságomat erre tettem — aut Cæsar aut nihil. Alighanem ezzel maga NEWTON is egész becses életét eltékozolta volna. Én ezt nagy szerencsétlenségnek tekintem. Sajnállak. Szerencsétlen életemet benned ismétlődni látom. Mintegy vészes szirtek között, hol még mindenki hajótörést szenvedett, látlak sötét viharban ide-oda hanyatni. Ijesztő csata-tér ez, melyen mindenkor megverettem; a kutató elme minden törekvésével daczoló bevehetetlen sziklavár. Ebbe a dologba merülve az egész élet csak tengerbe mártott égő fáklya. Valóságos betegség, az örület egy neme, zsarnok eszme. Olyan, mint a kör quadraturája, a bölcsek kövének keresése, az aranycsinálás, a kincs-ásás. Mindez és, úgy látom, jobb elmékben a parallelák is, betegség. Nemsokára belátva, hogy e téren semmit se tettél, alighanem hozzáam hasonlóan el fogsz kedvetlenedni. Okulj erre és más dolgokra nézve példámon. Ha csakugyan kitaláltad volna, természetesen jobban örülnék rajta, mint egy uradalmon. De ezt egyáltalában nem hívén, attól félek, hogy mindenedet elveszted egy milliós betétű sorsjátékon.»

«Ha nekem egykor sikerült volna, egészen más ember vált volna belőlem, nem házasodtam volna kétszer, sem magamat a kertészkedésre, a költészetre, a fazekasságra nem adtam volna, elveszett kedvemet máshol keresve. Erkölcsileg jobba lettem volna, és helyemet mind hivatalomban, mind háztartásomban másképen töltöttem volna be. Ha boldogok vagyunk, akkor másokat is könnyebben boldogítunk; mi csurogjon oly forrásból, mely maga is száraz. Egy órát se vesztess vele. Nem hoz jutalmat, és az életet megmérgezi. Még száz nagy matematikusnak egy évszázadon át tartó fejtörésével sem bizonyítható be új axioma nélkül. Azt hiszem, hogy minden erre vonatkozólag kigondolható eszmét kimerítettem.»

«Ha GAUSS idejét tovább is a XI. axioma fölötti tépelődéssel töltötte volna, akkor a sokszögek tana, a *Theoria motus corporum coelestium* és minden egyéb munkák nem kerültek volna napfényre, és ő egészen elmaradt volna. Irva megmutathatom, hogy fejét a paralellákon törte. Szóval és írásban kijelentette, hogy eredménytelenül gondolkozott azokon. Eszméim, bár koránt sem elégitették ki, nagyon tetszettek neki, és figyelmeztetett, hogy milyen fontos tárgy a paralellák dolga. A számtan és geometria elemeiben akkor GAUSS (ki egyébiránt sok toronyemelettel kimagaslott fölöttem) kevésbbé volt erős mint én pusztán magamtól, de neki a magasabb számítások már csak játék voltak, mikor nekem még csak sejtelnem sem volt róluk.»

FARKAS e nyilatkozatai teljesen megegyeznek 1840-ben írt önéletrajzának és ama levélnek ide vonatkozó helyeivel, melyet 1856 július 13.-án SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN-nak írt.\* Kiegészítést nyernek JÁNOS egy későbbi, mindenesetre csak 1856 után írt, feljegyzésében.

«Jenában [1796 őszén] a Saale vize mellett sétálva [Farkas] azt a kérdést kezdte felvetni, ugyan mily alapon nyugszik ismerete; és ekkor észrevette, hogy tulajdonképen még semmit sem tud alaposan; és ekkor leírhatatlan fájdalmára fanatizmusból ateizmusba süllyedt; de e szerencsétlen állapota nem tartott sokáig, mert nemsokára sokkal jobb, tisztább ész-vallásra tért át. És csak most kezdte magát a matematikára adni és annak alapjait vizsgálni;

---

\* V. ö. *Bolyai és Gauss levelezése*, 151—152. l.

ekkor keresett egyéb alaptanokon kívül a  $+$ ,  $-$  jelekről, a szorzásról, az osztásról, hatványozásról . . . az egyenesről tiszta és általános fogalmakat, főleg pedig a tizenegyedik axioma bebizonyítását. És mindenütt sokkal jobbat alkotott.»

«Miután Jénából Göttingába ment, SEYFFER tanárnál véletlenül GAUSS-szal találkozott és itt igen nyíltan és határozottan nyilatkozott arról, hogy a matematikát mily könnyelműen szokás tárgyalni. Nemsokára azután a bástyán sétálva GAUSS-szal találkozott. Beszélgetni kezdtek. Atyám egyebek között elmondta az egyenesnek értelmezésére és a tizenegyedik axiómához kínálkozni látszó utakra vonatkozó gondolatait, és a tudomány felsőbb régióiban, különösen a számelméletben, már akkor kolossal GAUSS elragadva és meglepve e lakonikus szavakban tört ki: «*Ön lángész! Ön barátom!*», és mindjárt barátságot kötöttek.»

«Egyébiránt merőben téves, ha GAUSS — mint SARTORIUS tanár úr által Göttingában 1856-ban kiadott életrajzának 17. lapján áll — úgy nyilatkozott, hogy BOLYAI FARKAS volt az egyetlen, ki a matematikáról való metaphysikai nézetét megértette, mert először GAUSS egész életében mindig igen tartózkodó volt munkájával, míg nyomtatva napvilágot nem látott, tehát atyámmal egyáltalában e félét nem közölt, kivéven azt, hogy midőn atyám az egyenesre vonatkozó nézetét vele közölte, így felelt: «*Valóban, az egyenest gyalázatosan tárgyalják; tényleg az a vonal, mely önmagában forog.*» De erre megjegyzem, hogy e kifejezés hibás, mert az egyenes két pontja körül egyáltalában nem foroghat. Másodszor épen atyám nyitotta meg előtte a matematikának alapjaira vonatkozó nézeteit, és minden látszat arra vall, hogy GAUSS maga csak akkor és az által lett e nagyfontosságú tárgyra figyelmessé, a mi nem is csoda, mert GAUSS igen korán főleg a számelmélettel foglalkozott, mely élte fogytaig kedvencz tárgya maradt, mert, habár jogtalanul, a matematika királynőjének nevezte.»

JÁNOS szavai mindenesetre csak óvatosan használhatók, oly gyűlölség szolván belőlük, melynek tüze sok évi hamú alatt lapangó parázs alakjában még mindig égett; hisz az egyenes GAUSS-féle értelmezésének közlésével akaratlanul önmaga nyújt bizonyítékot arra, hogy ez már BOLYAI FARKAS-sal való megismerkedése előtt gondolkodott a geometria alapjairól. Mégis e szavakból atyjá-

nak nyilatkozaival egyetemben határozottan azt következtethetjük, hogy egy magában megálló, logikai ellenmondástól ment és a tizenegyedik axiomától függetlenül igaz geometriának gondolata nem jutott GAUSS-tól FARKAS közvetítésével JÁNOS-hoz, hanem általa önállóan találtatott fel. Ennek egy másik bizonyítéka abban található, hogy JÁNOS az 1820 utáni időben eleinte még egészen attól a törekvéstől sarkaltatott, hogy a tizenegyedik axioma számára bebizonyítást találjon. Az asymptoták és paracyklusok föltevéséből eredő következtetések mindig tovább való folytatásától azt remélte, hogy majd ellenmondásra akad és így e feltevésnek helytelenségét kimutatja. Mint atyjához intézett leveleiből kitűnik, egy ideig azt is hitte, hogy csakugyan talált ily ellenmondást, «a Föld annyi matematikussával osztozván abban a sorsban, hogy egy hézagot nem vett észre és így elbukott.»\* Midőn így «hamis és korai egéből» lebukott, «a hiba észrevételével a valósághoz és a célhoz legalább negatív értelemben közelebb» jutott, mert az a meggyőződés érelődött meg benne, «hogy a természetben nem követhetünk el erőszakot, a természetet nem faraghatjuk vakon kigondolt minták szerint, hanem okosan és természetesen csak a valóságnak vagy természetnek meglátása lehet célunk, és meg kell elégednünk annak lehető legjobb leírásával.»

Hogy JÁNOS most már azt a feladatot tűzte maga elé, hogy az «abszolút tértudományt» ugyanazon módon fejtse ki, mint az euklidesi geometria már ki volt fejtve, azt minden esetre előmozdította atyjának, FARKAS-nak befolyása, ki «saját vizsgálatainak elégtelenségét érezve és általuk ki nem elégítve, végre a tizenegyedik axioma bebizonyításának lehetőségében kételkedni kezdett.» Sőt FARKAS «a valóság sejtelmével, de bizonyíték nélkül, a tizenegyedik axioma bebizonyíthatatlan voltát ki is mondta.» Joggal írja JÁNOS, hogy «bizonyíték nélkül», mert FARKAS állítását csak arra alapította, hogy «(minden, a mi tizenegyedik axiomával ellenkezik, a végtelenben rejtőzhetik, és hogy ha ott, hol a metszést (t. i. egyenes vonalakét) tárgyalni kezdjük, bármiként vesszük fel annak törvényét, ezt az előzmények nem ronthatják le, bennök a metszésnek törvényéből még semmi sem foglaltatván és így belőlük a metszés

---

\* Magáról a bebizonyítás e kísérletéről másutt fogok számot adni.

törvénye nem is lévén levezethető. A tizenegyedik axioma helytelensége, és minden, a mi abból következik, a többi geometriai tétellel megfér.» Épen így értendő FARKAS-nak következő nyilatkozata, mely GAUSS-hoz 1835. ápril 30-án intézett levelében foglaltatik: «Csak annyit tudok bebizonyítani, hogy e tételnek helyessége vagy helytelensége a többi euklidesi axiómával egyaránt megfér...; a mit már sok év óta tudok.»

JÁNOS nyomatékkal hangsúlyozza, hogy GAUSS fiatal korában a tizenegyedik axioma bebizonyíthatóságát nem tagadta föltétlenül. «Annál meglepőbb», mondja, «hogy Gauss, a ki kétségtelenül a legnagyobb matematikusok egyike, kik valaha e Földön éltek, atyámhoz mint ifjúkori barátjához írt egyik levelében e tekintetben még reménykedik, 1804-ben így írván: Talán majdan meg fogom kerülhetni e szirteket».

«Ezen az úton», írja JÁNOS vizsgálatainak további folyásáról, «ugyan szerencsésen előre hatoltam, de a genie-akadémiában egyéb szaktanulmányaim miatt, onnan kilépve [1822] pedig a katonai szolgálatba lépésem miatt, időmnek csak jelentéktelen részét szentelhettem kedvencz tudományomnak és vizsgálataimnak, azért csak 1823-ban hatoltam lényegében a dologba, habár később is mind anyag, mind alak tekintetében tökéletesítések történtek.» A mit JÁNOS 1823-ban talált, az Appendix 29. §-a volt, mely az  $y$  merőleges távolságnak és a megfelelő  $u$  parallelszögnek (LOBATSCHEFSKIJ jelölésében  $II(y)$ -nak) az egész nem euklidikus trigonometriához utat nyitó összefüggéséről szól. Egyik levelében, melyet 1823 november 3.-án Temesvárról apjához intézett, ezt következőleg tudósítja fölfedezéséről.\* «A feltételem már áll, hogy mihelyt rendbe szedem, elkészítem s mód lesz, a parallelákról egy munkát adok ki; ebben a pillanatban nints kitalálva, de az út, a melyen mentem, csaknem bizonyosan ígérte a tziel elérését, ha az egyébaránt lehetséges; nints meg, de olyan felséges dolgokat hoztam ki, hogy magam elbámultam, s örökös kár volna elveszni; ha meglátja

---

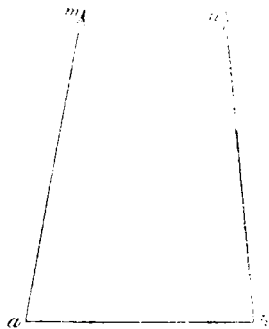
\* E levelet, melyet SCHMIDT MÁRTON úr a BOLYAIak hagyatékában 1884-ben fedezett fel, német fordításban 1897-ben a *Mathematische Annalen* 49. köt. 155–156. lapján tettem közzé. Eredeti magyar szövege 1898-ban jelent meg BEDŐHÁZI «*A két Bolyai*» cz. művének 403. lapján.

Édes Apám, megismeri; most többet nem szólhatok, tsak annyit: *hogy semmiből egy új más világot teremtettem!* mindaz, valamit eddig küldöttem, tsak kártyaház a toronyhoz képest. Meg vagyok győződve, hogy nem sokkal fog kevesebb betsületemre szolgálni, mintha feltaláltam volna.»

FARKAS már akkor kifejezte azt az óhaját, hogy JÁNOS parallela-elméletét felvehesse *Tentamenjébe*, melynek nyomását előkészítette. «Azt tanácsolta, hogy ha valóban sikerült, akkor a nyilvánosságra hozással két okból sietni kell, először, mert az eszméket könnyen elsajátítja más, ki azután előbb adja, másodszor abban is van némi igazság, hogy bizonyos dolgoknak mintegy meg van a maguk kora, melyben több helyen egyszerre fedeztetnek fel, valamint tavasszal az ibolyák több helyen kelnek ki; és mert minden tudományos törekvés csak nagy harc, melyre nem tudom mikor fog béke következni, azért siessünk mielőbb győzni, mert itt a korábbi illeti az elsőség.» E sejté-

lem csodálatosan beteljesedett: nemso-kára TAURINUS és LOBATSCHESKIJ ugyanarra az útra léptek mint JÁNOS és szintén a nem euklidikus geometriához jutottak.

JÁNOS följegyzései fájdalom csak igen gyér felvilágosítást adnak a következő évekről, melyekben az «abszolút tértudományt» kifejtette. Csak annyit tudunk meg, hogy már 1825-ben (más helyen 1826-ot mond) WALTER VON ECKWEHR JÁNOS (élt 1789—1857) kapitánynak, a későbbi ezredesnek, ki a genie-



4. ábra.

akadémián a matematikából tanára volt, «egy írásbeli dolgot adott át, melyben már az egésznek alapja meg volt vetve, és mely valószínűleg még birtokában van».

Midőn JÁNOS, alighanem 1829-ben, egy összejegyzetelen átadta atyjának az «abszolút tértudomány» vázlatát, nem találkozott avval a föltétlen elismeréssel, melyre számított. Ennek következtében sajnálatos meghasonlás keletkezett köztük, mely, egyéb viszálykodások által még jobban kiélesítve, mind a kettőnek, kik alapján szorosán összetartozónak érezték magukat, számos évet keserített



el. FARKAS a dolog «értékét minden módon kisebbiteni törekedett, és minden tőle telhető hévvel szavalt ellene, minek okát abban kerestem, hogy képtelen a dolog velejébe hatolni. Például magyarázataim után kicsinyléssel mondá, hogy ez *csak* a nem euklidikus rendszer kidolgozása.»

«Még ha valóban csak az lett volna, nem látszott volna neki oly jelentéktelennek, ha értelme világosabban felfogta volna, s ha kedélye elfogulatlanabb lett volna. Egyszersmind tántoríthatatlanul megmaradt annál az állításnál, hogy csak két (subjective successive gondolható) rendszer van, t. i. az euklidikus és, ha ez nem áll fenn, akkor egy másik, melyben a parallelszög \* absolute meg van határozva, és e rögeszméjétől nem volt megszabadítható, és a lehető legvilágosabban előadott érveim után sem birta belátni, hogy számtalan hypothetikus rendszer lehetséges, melyek közül a valódit nem vagyunk képesek kiválasztani, a mennyiben pl. ugyanazon *ab* alapvonalat és ugyanazon *bam* belső szöget tartva meg, *bn* ||| *am* esetében, az *abn* másik belső szögnek nyilván *o*-tól (kizárólag) a (*QR-bam*)-ig (bezárólag) bármily tetszés szerinti értéket adhatunk, mint a tudomány részletesebben kifejti.»

«Meglpte, hogy az *e* betű a kifejezésekben gyakran lép fel, és az átolvásás után megkérdezett, vajjon az szükségszerűleg fordul-e elő. Én igennel feleltem, de értésére adtam, hogy ily kifejezésekben mint pl.  $e^{\frac{x}{4}}$  az *e* betű annyiban lényegtelen, a mennyiben helyébe minden más hosszúság tehető, ha csak *i* helyébe is a megfelelő hosszát választjuk. Erre az *e* szereplésén, mint valami játékszeren, érzett öröme lelohadt és azt mondá: Igen, Igen! ebben a tudományban *e* nem lép fel szükségszerűleg. E szerint az *i*-vel jelölt hosszúság roppant fontosságáról sejtelve sem volt, csak önkényszerűségnek gondolta.» — — —

«Miután beláttam, hogy érvekkel (észszel és értelemmel) sem mire sem jutok, még csak tekintélylyel reméltem az asymptoták

---

\* [Megjegyzésre méltó, hogy BOLYAI JÁNOS e helyen, mely az 1833—1835 való időből származik, a «parallelszög» szót használja, melyet LOBATSCHEFKIJ 1840-ben «*Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallelinien*» cz. művében alkalmazott.]

illő megbecsülésére birni. GAUSS-t említettem neki, megjegyezvén, hogy e kolosszális matematikus bizonyosan nem csak könnyen meg fogja érteni a dolgot, hanem abban majd tetszését is leli és annak valódi becsét el fogja ismerni, egyszersmind ajánlottam, küldjük meg [vizsgálódásaimat] a nagy férfinak.»

FARKAS elfogadta az indítványt és JÁNossal a «dolog lényegét» latin nyelven iratta meg.» Az így keletkezett *Appendixet* JÁNOS 1831 elején adta át atyjának, ki azt JÁNOS költségén kinyomatta és egyik példányát 1831 június havában megküldte GAUSS-nak. Ugyanakkor 16 évi szünet után levelet írt GAUSS-nak. E levélről 1831 szeptember 12.-én így ír fiának: «GAUSS-nak némi fogalmat adtam dolgozatodról, hogy ne idegenkedjék előre a tárgytól, de távolról sem jutott eszembe, hogy a művecskét nem fogja a levéllel együtt megkapni. Az ősz vége felé művem (a Tentament) mind neked, mind GAUSS-nak megküldöm.» A «művecske» a kolerajárvány miatt nem jutván GAUSS kezéhez, FARKAS neki 1832 január havában második példányt küldött, mely még jelenleg is megvan GAUSS hagyatékában. GAUSS 1832 márczius 6.-án válaszolt.

«Ha avval kezdem», így nyilatkozott JÁNOS művéről, *«hogya azt nem szabad dicsérnem, bizonyára egy pillanatra meghökkensz: de nem tehetek mást; azt dicsérni annyi volna, mint magamat dicsérni: mert az egész értekezés, az út, melyen fiad haladt, és az eredmények, melyekre jutott, majdnem teljesen megegyeznek részben már 30—35 év óta végzett elmélkedéseimmel. Valóban rendkívül meg vagyok lepve.»*

«Szándékom volt saját munkámból, melyből egyébiránt eddig csak keveset tettem papírra, életemben semmit sem közölni. A legtöbb embernek nincs helyes érzéke az iránt, hogy miről is van szó, és csak kevés embert találtam, ki azt, mit vele közöltem, különös érdeklődéssel fogadta volna. Erre csak az képes, ki élesen érzi, hogy mi hiányzik, és erre nézve a legtöbb ember teljesen tájékozatlan. Ellenben szándékom volt idővel mindent úgy megírni, hogy legalább majdan velem el ne pusztuljon.»

«Azért nagyon meglepett, hogy e fáradság fölöslegessé vált, és igen örvendek, hogy épen régi barátom fia az, ki ily csodálatos módon megelőzött.»

FARKAS a válasz másolatát megküldte fiának és hozzá tette:

«GAUSS felelete, melyet művedre vonatkozólag adott, igen szép és hazánknak, valamint nemzetünknek dicsőségére válik. Egy jó barát nagy elégtételnek mondta.» Egészen másképen hatottak GAUSS nyilatkozatai JÁNOSRA. Eleinte nem birta és nem akarta elhinni, hogy GAUSS tőle függetlenül és jóval előtte szintén a nem euklidikus geometriához jutott, és erre nézve különösen GAUSSnak már idézett 1804. évi nyilatkozatára hivatkozott: *Ugyan még mindig az a reményem van, hogy ama szirtek egykor, még végórám előtt, átmenetet engednek.* Ily módon ama rút gyanúja támadt, hogy atyja az Appendixben lerakott eszméket elárulta GAUSSnak és ez most ezen eszmék fölfedezésének prioritásától meg akarja fosztani.\* Még akkor is, midőn e föltevés helytelenségéről meggyőződött, GAUSSnak íranta tanusított viselkedésével egyáltalában nem volt megelégedve. Hogy GAUSS ezen ígéretét: «Én akkor örömmel fognék minden tőlem telhetőt megtenni, hogy érdemedet elismertesse és kitüntessem», melyet 1804-ben JÁNOS atyjának tett, a fiú irányában nem váltotta be és az Appendixet nem méltatta nyilvános elismerésre, azt JÁNOS oly sértésnek vette, melyet sohasem tudott feledni. GAUSS levelének egyik hosszabb bírálatából álljanak itt a következő fejtegetések.

«Nézetem szerint, és mint erősen meg vagyok győződve, minden elfogulatlanul ítélőnek nézete szerint, mindazon okok, melyeket GAUSS arra felhoz, hogy miért akart e tárgyra vonatkozó dolgozataiból életében mit sem közölni, erőtlenség és semmisek, mert a tudományban úgy mint a közönséges életben, mindig arról van szó, hogy szükséges és közhasznú, de még homályos dolgokat tisztázzunk, az igaz és helyes iránt még hiányzó vagy inkább szunynyadó érzéket kellően edzzük és előmozdítjuk. A matematika iránti érzék az emberiség nagy kárára és hátrányára, fájdalom, csak igen kevés embernél élénk; és ily okból vagy ürügyből GAUSSnak, hogy következetes maradjon, kitűnő műveinek még igen jelentékeny részét kellett volna magánál rejtienie. És az a körülmény, hogy, fájdalom, a matematikusok között, még pedig a híresek közt is, nagy számmal vannak a felületesek, értelmes embernek nem

---

\* SZILY KÁLMÁN, *Adatok Bolyai Farkas életrajzához.* Értekezések a matematikai tudományok köréből. XI. köt., 9. füzet. Budapest, 1884.

szolgálhat okul arra, hogy csak felületest és középszerűt alkosson és a tudományt lethargikusan csak az öröklött állapotban hagyja. Efféle feltevés egyenesen természetellenesnek és oktalannak nevezhető; és ennélfogva csak annál inkább zokon esik, ha GAUSS a helyett, hogy az Appendix és az egész Tentamen nagy becsét egyenesen, határozottan és nyíltan elismerte volna, s örömét és érdeklődését nyilvánítva arra törekedett volna, hogy a jó ügynek illő fogadtatást szerezzen, inkább mind ennek kitérve csak jámbor kívánságokkal és a kellő műveltségen való panaszokkal érte be. Ebben ugyan nem áll az élet, a munkálkodás és az érdem.»

1833 június havában BOLYAI JÁNOS mint kapitány nyugal-  
maztatott és olmützi garnisonjából visszatért Maros-Vásárhelyre.  
Innen kezdve 1860-ban bekövetkezett haláláig végzett geometriai  
vizsgálatairól hátrahagyott iratai alapján egy második értekezés-  
ben fogok jelentést tenni.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 június 18.-án tartott üléséből.)

## SECUNDÄR KATHODSUGARAK.

SCHULLER ALAJOS r. tagtól.

Jelen dolgozat a Lénárd-féle ablakból szétterjedő kathodsugarak természetére igyekszik némi fényt vetni.

LÉNÁRD rendkívül értékes dolgozatban \* kimutatta, hogy a kathodsugaraktól talált lehetőleg vékony aluminium-lemezből minden irányban s különösen a hátlapról új kathodsugarak indulnak ki. LÉNÁRD maga a kathodsugarakat az ætherben végbemenő folyamatnak képzei és a vékony aluminium-lemez hátsó lapjáról kiinduló sugarakat a fémen áthatoló kathodsugaraknak tekinti, míg mások szerint a kathodsugarak anyagi részek mozgásából keletkeznek és szilárd testeken nem képesek áthatolni, ezek az aluminium ablakból jövő sugarakat magában az aluminium felületében keletkezőknek tekintik.\*\* Újabb tapasztalatok, valamint a secundär kathodsugarak az utóbbi felfogást látszanak támogatni.

Az itt leírandó secundär kathodsugarak a következő módon keletkeznek:

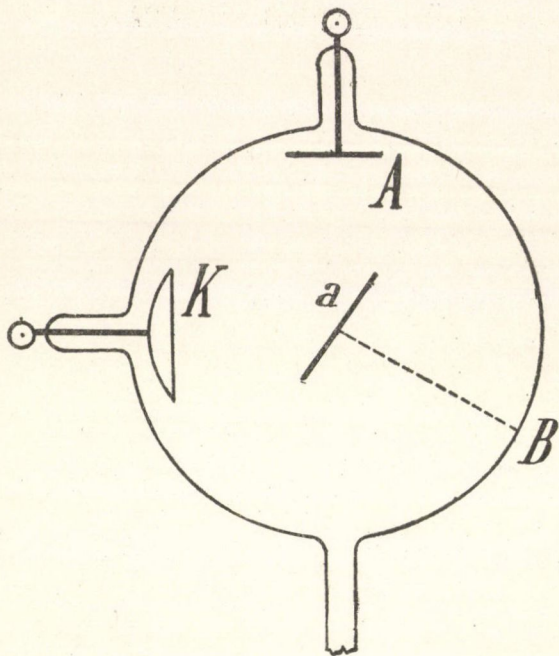
Az eredeti kathodsugarak  $K$  kathodból (1. ábra.) elszigetelt vagy a földhöz levezetett fémlapra  $a$  esnek, épen úgy mint a focus-lámpáknak nevezett Röntgen-lámpákban, csak hogy az antikathod nincs az  $A$  anoddal összekapcsolva. A míg a ritkítás nem elég nagyfoku, a szikratávolság anod és kathod között a levegőben nem ér el egy pár cm.-t, addig az eredeti kathodsugarak okozta, az egész edényben mutatkozó zöld fluoros fény annyira túlnyomó, hogy csak az ismeretes tünetmények észlelhetők. Mihelyt azonban

---

\* Lénárd. Wied. Ann. 51. 225. 1894.

\*\* Stokes. Manchester Memoirs, 41. Part. IV., 1896/97. 26.

az említett határt túllépjük, az antikathod mögött az üvegen zöld fény jelentkezik, mely az antikathod alakja szerint különböző helyeken éles határokat mutat. Könnyen meggyőződhetünk, hogy az ujonnan fellépő alakok rendes kathodsugaraktól származnak, melyek azonban nem az eredeti kathodból, hanem az antikathodból indulnak ki, mert ugyanazon alakok mutatkoznak akkor is, ha az



1. ábra.

előbbi antikathod a kathoddal van összekötve, csak hogy akkor a tüenémény fényesebb.

A szóban forgó alakok felismerésének megkönnyítése végett kössük össze először az antikathodot az anoddal, a mint a Röntgen-lámpáknál történni szokott; ekkor a thüringiai üvegből készült edény belső felületén a kathodsugaraktól származó zöld fény a legegyszerűbb alakot mutatja és szempontunkból csak az antikathodnak lényegesen kisebbitett árnyéka érdemel figyelmet, mely nyilván következménye az antikathod pozitív töltésétől eredő, a

mellette elhaladó kathodsugarakra gyakorolt vonzásnak. Másod-  
 ízben hagyjuk ki a kathodot és kössük össze a gép negatív sarkát  
 az antikathoddal ( $a$ ), mely ez esetben egészen átveszi a kathod  
 szerepét.

Ekkor a  $K$  kathodtól elfordult oldalon már feltűnnek  
 azok az alakok, melyekre figyelmünket irányítanunk kell; a ka-  
 thod felé fordult oldalon szintén mutatkoznak kathodsugarak, de  
 ezek nagyobb része a következő kapcsolásnál módosul. Kössük  
 össze most az antikathodot a kathoddal, akkor az előbbi alakok kö-  
 zül egy rész, különösen az antikathod hátulsó, a kathodtól elfor-  
 dult oldalán,  $B$  tájékán fellépők megmaradnak és ezek azok, me-  
 lyekre figyelmünket irányítjuk; midőn végül az antikathodot el-  
 szigeteljük vagy a földhöz kapcsoljuk, ezen alakzatok az antikathod  
 forgását ugyanazon szögsebességgel követik.

A secundär kathodsugarak előállítására különböző fémeket  
 használhatunk antikathod gyanánt, s megfigyelhetjük közönséges  
 Röntgen-lámpákban is, föltéve, hogy az antikathod nincs az anod-  
 dal összekapcsolva. Könnyebben megfigyelhetők nagyobb felületű  
 antikathodnál (egy pár  $\text{cm}^2$ ) és különösen olyan alakoknál, melyek-  
 től származó fluoros fény éles határokat mutat, midőn az antika-  
 thod mint önálló kathod szerepel (második kapcsolás). A mágnes  
 a secundär kathodsugarakat ugyanazon irányban téríti el, mint az  
 eredetieket s a secundär kathodsugarak magatartása különben is  
 megegyezik az eredeti kathodsugarakéval.

A mikor az antikathodból ezek a rendes kathodsugarak ke-  
 letkeznek, egyúttal mindig azt is tapasztaljuk, hogy az antikathod  
 árnyéka jóval nagyobb, mint egy világító kathodnak megfelelne.  
 Az antikathod mellett elhaladó kathodsugarak nyilván elektrosta-  
 tikai eltérítést szenvednek, még pedig oly irányban, mely az anti-  
 kathod negatív töltésére mutat akkor is, mikor a földdel áll vezető  
 összeköttetésben. Az árnyék szélei mindenkor élesek, de többé-  
 kevésbé el van torzítva, a mi abból magyarázható, hogy az elek-  
 tromosság az antikathodon nincsen egyenletesen eloszolva, hogy  
 nevezetesen sűrűsége és feszültsége nagyobb a csúcsosabb része-  
 ken. Az árnyék rendszerint többszörös és emlékeztet a GEITLERTÖL\*

---

\* Wied. Ann. 65. 123. oldal, 1898.

leírt jelenségre, akár inductor, akár soklemezű influenzgép szolgáltatja az elektromosságot.

Az itt közölt secundär kathodsugarak létezéséből fontos következtetéseket vonhatunk.

Egyrészt lényegesen támogatják a Röntgen-sugaraknak azt a magyarázatát, melyet egy pár évvel ezelőtt közöltem \* és a melyhez lényegében hasonló azóta tölem függetlenül mások is közzé tettek. Ama magyarázatnak alapfeltevését az antikathodnak *rendkívül hirtelen töltései* képezik, melyek oly rövid idő alatt következnek be, hogy a jó vezetőkben is eleinte csak a kathodsugaraktól talált helyre szorítkoznak; az idő tehát nem elegendő a felszaporodott negatív elektromosság elvezetésére.

Ezen töltések létrejövetelét a secundär kathodsugarak képződése úgyszólván kétségtelenné teszi; az utóbbi ugyanis alig képzelhető másképp, mint hogy az antikathod időközönként szabad negatív elektromosságot tartalmaz, még pedig akkora feszültségben, mely elegendő a kathodsugarak létesítésére. Különösen fontos e tekintetben, hogy a földdel jól vezető összeköttetésben álló antikathod szintén megadja a secundär kathodsugarakat, sőt nagyobb fokú ritkításnál, 10—12 cm. szikratávolságnál még jobban, mint az elszigetelt antikathod.

Még fontosabb, hogy a secundär kathodsugarak a Lénárd-féle ablakból kilépő sugarak természetére engednek következtetni. Ha ugyanis igaz, hogy a földdel vezető összeköttetésben álló antikathod, milyen többek közt a Lénárd-féle ablaknak nevezett vékony aluminium-hártya, rája eső kathodsugarak hatása alatt a kathodsugarak új forrását képezi, akkor valószínűséget nyer az a felfogás, mely szerint a Lénárd-féle kathodsugarak nem hatolnak a fémen át, hanem annak hátulsó felületéből erednek. Itt azonban még egy lényeges nehézséggel kell szembeszállnunk, mely a sugarak különböző magaviseletéből származik. Kérdés ugyanis, hogy összeegyeztethetők-e a secundär kathodsugarak, melyek, úgy mint az eredetiek, a felületelemre merőlegesen az erővonalak mentében indulnak, a Lénárd-féle ablakból kiinduló szétágazó (divergens)

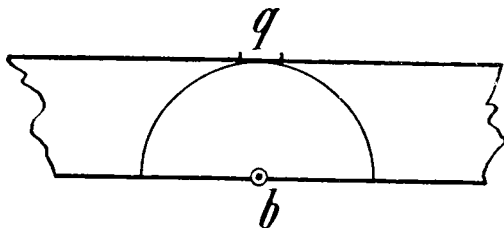
---

\* A Röntgen-féle sugarak magyarázatáról. Math. és Term. Értesítő 14. k. 145. oldal, 1896.



kathodsugarakkal. Nézetem szerint ezeket csakugyan összeegyeztethetjük, még pedig a következő megfontolás alapján.

A kathodból kiinduló negatív töltésű részecskék előreláthatólag nem egyszerre érik el az antikathodot, már csak az úthosszak különböző volta miatt sem. Minden egyes ütköző részecske, vagy a kis felületre egyszerre eső részecskék halmaza átadja elektromosságának egy részét az érintett lapnak és a visszapattanó részecskék az elválás pillanatában valószínűleg ugyanazon potenciállal bírnak, mint az antikathodnak érintett helye. A közlött elektromosság az érintkezési helyről az anyag belsejében minden irányban elterjed, míg a hátlapot el nem éri, azontúl csak a lemez belsejében lehetséges irányokban, valószínűleg túlnyomóan a felületek mentében mozog. Egyetlen ütköző részecskét ( $b$  a 2. ábrán).



2. ábra.

ban), illetőleg a szomszédos részecskéknek egyszerre érkező csoportját tartva szem előtt, az antikathod hátsó lapján a legnagyobb lesz a potenciál az ütközési helyhez legközelebb eső ponton, illetőleg a felületnek azon részén ( $q$ ), melyhez az elektromosság egyszerre érkezőnek tekinthető. Ilyen helyeken érheti el a potenciál leghamarabb azt az értéket, mely a kathodsugarak kifejlődéséhez szükséges. A  $q$  felület most már annál kisebb, minél vékonyabb a fémlemez; a keletkező secundär kathodsugarak tehát igen vékony antikathodnál közel egy pontból származóknak tekinthetők, s így a hátlapból kiindulva minden irányban szét fognak terjedni. Ugyanaz érvényes az antikathod minden pontjáról, melyre kathodsugarak esnek. Az így támadó divergens kathodsugarak természetesen meggátolják a negatív elektromosság felszaporodását az antikathodon, a minek következtében a rendes kathod-

sugarak, melyek csupán a felületelemekre merőlegesen haladnának, nem fejlődhetnek ki. Ez a folyamat *tetes vastagságú* antikathodnál ki van zárva. Ugyanis az egyes ütköző pontoktól vagy csoportoktól származó töltések a hátlapra nagyon meggyöngyülve érkeznék, azonkívül a legerősebb hatás oly nagy  $q$  felületeken lép fel, melyek már nem tekinthetők pont nagyságúaknak, minélfogva a belőlük kiinduló kathodsugarak nem lesznek divergenssek, hanem mint rendes kathodsugarak tartoznak terjedni; közben természetesen lehetséges az antikathodnak olyan vastagsága is, melynél bizonyos gyorsasággal érkező primár kathodsugarak kevert secundár sugarakat idéznek elő, t. i. részben még divergens kathodsugarakat, melyek azonban a rendes kathodsugarak irányában már erősebbek, mint a többi irányokban. Lehetséges, hogy ez az eset fordul elő a Lénárd-féle ablaknál is; ennek kísérleti vizsgálata azonban nagy nehézségekbe ütközik, mert a vékony aluminium-lemezt (0,003 mm.) \* némileg erős kathodsugarak rövid idő alatt megolvasztják.

A kifejtettek a vacuumra vonatkoznak s nézetem szerint nem terjeszthetők ki a Lénárd-féle ablakból a *levegőbe* menő sugarakra. Mert ha a kathodsugarak valóban mozgó anyagi részekből állanak, ha tehát nem tekinthetők az ætherben végbemenő folyamatnak, akkor a levegőben jelentékeny hosszúságú kathodsugarakról ép oly kevéssé lehet szó, mint cseppfolyós vagy szilárd testekben. Ugyanis a levegőbe hatoló kathodsugarak már rövid úton oly sok anyagi részszel találkoznak, hogy zavartalan terjedésük kizártnak látszik. Felfogásom szerint tehát a levegőbe átmenő sugarakat a kathodsugaraktól különválasztandó, más természetűeknek kell tartanunk. És csakugyan a Lénárd-féle sugarak a levegőben közelítőleg sem terjednek egyenesen, a levegő velük szemben ködszerű közeg gyanánt viselkedik.\*\* A kathodsugarakat annyira jellemző eltéríthetőség mágnes-erők által itt még csak vizsgálat tárgyát sem képezhette, mert épen a szó szoros értelmében vett sugarak a levegőben és általában közönséges nyomású gázokban egyáltalában nem mutatkoznak.

---

\* 0,0027 mm. Lénárd. Wied. Ann. 51. p. 227 és 242.

\*\* Lénárd. Wied. Ann. 51. 235. lap, 1894.

Az itt érvényesülő felfogás szerint a kathodsugarakat *sugár-szerűen* terjedőknek kell tekintenünk; terjedésük a tehetetlenségnek megfelelően szigorúan egyenes lenne, hogyha elektromos- és mágnes-erők nem működnének közre. A pályát azonban — külső erőktől eltekintve — kissé módosítja az anyagi részek töltése, mely nélkül kathodsugár nem létezik és mely elektrosztatikai és mágneses erőket idéz elő. A kathodsugarakat talán legszabatosabban az a körülmény jellemzi, hogy az elektromosságot az elektrosztatikai erőktől származó tömegmozgás, nem vezetés szállítja odább.

A kathodsugarakat másnemű kisülés váltja fel, midőn közönséges nyomású gázba hatolnak, ugyanis az elektromosság nem csupán tömegmozgás közben, hanem részecskéről részecskére terjed, tehát az úgynevezett elektromos vezetés jut érvényre, hasonlóan, a mint valószínűleg a Geissler-csőben fellépő úgynevezett pozitív fényben történik. Nézetem szerint ilyenkor már nem lehet szó kathodsugarakról; ezen elnevezést tehát a sugárszerű kisülésre vonatkoztatnám. Hasonló eset fordul elő a féynél is, a hol a ködszerű anyagban végbemenő diffus terjedésnél szintén nem lenne indokolt sugarakról szólni.

Felfogásunk azt is érthetővé teszi, hogy a vacuumban az edény falairól mindig divergens kathodsugarak indulnak ki, mihelyt kathodsugarak esnek rá. Az üvegen ugyanis az odaütődő negatív töltésű részecskék localis töltéseket idéznek elő, melyek az üveg nagy ellenállása és a töltés hirtelensége miatt csak kis felületre szorítkoznak, ennél fogva onnan ép úgy szétterjednek kathodsugarak minden irányban, mintha egyes csúcsokon történnék a kisülés. Az odaütődő részecske talán a rendes visszaverődés törvénye szerint pattan vissza, elektromos erők által kissé módosított irányban, a többi irányokban ellenben az üveg felületéről leváló részecskék szolgáltatják az anyagot. A visszaverődött divergens sugarakban az odaszállított elektromosságnak csak egy része van meg, másik része az üvegen marad, azonkívül az elektromosság több anyagi részen oszlik meg, azért a visszavert divergens kathodsugarak lassabban tartoznak haladni, mint az eredetiek. A mondottakból kitűnik az is, hogy a visszaverő felületet nem szükséges érdesnek tekintenünk, a legsímább felület is, mint tökéletesen érdes tartozik viselkedni.

Az üveg felületéről leváló, divergens kathodsugarakat szolgáltató gázréteg létezését az a körülmény igazolja, hogy az edény hevítése után a kisülések könnyebben történnek és a szivattyú több gázt szállít el, mint a hevítés előtt. Megjegyzem ez alkalommal, hogy a kathodsugaraktól előzetesen talált üveg az alatt, hogy hevítés közben a felületén sűrűsödött gáz felszabadul, gyöngén világít is. A thermoluminiscentianak ez az esete úgy látszik a cső használata után határtalan idő múlva előállítható, még pedig akkor is, a mikor a cső már megtelt levegővel, de csak egyszer mutatkozik; elég erős hevítésnél a világítás megszűnik és csak a kathodsugarak hatása alatt nyer az üveg újra világító képességet. Ezen gyöngé világításnak megfigyelése igen megkönnyíti a Röntgen-lámpák regenerálását; a lámpának egy részét annyira kell melegíteni, hogy sötétben az üveg világítani kezdjen. Hogy ha a szükségesnél erősebben hevítettük a lámpát, a ritkítás oly csekély fokú lehet, hogy Röntgen-sugarak alig mutatkoznak; használat közben az ilyen lámpa, mint ismeretes, magától megjavul, sőt idővel meg is szűnnek a kisülések, a mikor újabb hevítéssel ismét rendbe hozható.

Legyen szabad ez alkalommal megemlítenem, hogy tapasztalataim szerint igen valószínű, miszerint a kathodsugarak képződése és általában a kisülések létrejövetele szorosan összefügg a kathodnak azzal a képességével, hogy felületéről gázok válhatnak le. Erre mutat többek közt az a körülmény, hogy midőn lehetőleg kiszivattyúzott edényben huzamosabb ideig fentartott kisülések következtében a kisülések végre megszűnnek, a gáz ellenállása tehát látszólag rendkívül nagy, a kisülések azonnal kis szikratávolság mellett is könnyűséggel bekövetkeznek, mihelyt a folyam irányát ellenkezővé tesszük. Úgy látszik, a kathod az alatt, hogy kathodsugarakat szolgáltat, elveszti azt a gázkészletet, mely nélkül belőle kisülések nem indulhatnak ki. Ilyenmő változás, gázok felszabadulása és elnyelése okozhatja a Geissler-féle csövekben a rétegek vándorlását is, a mikor t. i. a kisülést rétegezés kíséri. A kathodsugarak esetében azonban még más körülmények is befolyással vannak, különösen az edény falainak elektrostatikai töltése, valószínűleg a gáz anyagi minősége és különösen, hogy vegyület-e vagy elemi alkatrészeinek keveréke; ezek miatt a ka-

thod gázkészletének befolyását eddig nem sikerült kétségtelenné tennem.

Hogy ha sikerülne ezen gázburkolatnak döntő befolyását a kathodsugarak kifejlődésére kimutatni, azonnal érthetővé válnék LÉNÁRDNak az a tapasztalata, mely szerint a vékony aluminium-hártyából kathodsugarak indulhatnak ki, mi alatt az inductorral közvetlenül összekötött más kathodból kisülések nem történhetnek; az aluminium-hártyán ugyanis még megvan a szükséges gáz vagy talán az a vegyület, melyből vegybontás útján keletkezik, míg a hosszú ideig használt kathod már elvesztette gázkészletét.

Az imént említettek szerint a kisülések kimaradása nem bizonyítja azt, hogy a csőben visszamaradó gáz nem képes a kisüléseket közvetíteni, hanem másnemű akadályozó körülményekre vezethető vissza. Ezen állítás további támogatására a következő két körülményt emelem ki.

Midőn az 1-ső ábrában vázolt készülék közepén az antikathod mozgékony, t. i. drótra lazán van felfüggesztve, s a ritkítás annyira fokozódott, hogy a kisülések az edény belsejében látszólag kimaradnak, a falakon imitt-amott élénk fény mutatkozik és egyúttal a mozgékony antikathod heves mozgásokat végez. Ezen jelenségek, melyeket már mások is följegyeztek, mutatják, hogy habár az erős fényű kisülések elmaradnak, mégis az edényben valami elektromos változás, a kisülésnek egy neme történik. A ritkítást egyáltalában nem sikerült annyira fokoznom, hogy semmiféle kisülés sem fordult volna elő.

A másik felemlítendő körülmény az, hogy olyan csőben, melyben már nem fejlődnek ki a beforrasztott elektrodok közt kisülések, a visszamaradt gáz az egész csőben világít, mihelyt közelében az inductort működtetjük, világos jeléül annak, hogy a gáz tömege nem oly csekély, hogy e miatt nem jöhetnének létre benne fénytünemény kíséretében végbemenő kisülések. A mint ismeretes, a rendes kisülések elektrodok közt akkor is kimaradnak, mikor a ritkítást higanylégszivattyúval nyári melegben végezzük, a mikor a kiszivattyúzott térben a higany gőze aránylag jelentékeny, legalább 0,001 mm. higanyoszlopnak megfelelő nyomást fejt ki. Arról tehát szó sem lehet, hogy a kisülések kimaradása az anyag hiányá-

nak volna tulajdonítható. Ebből még egy fontos következtetést vonhatunk le.

Ha t. i. a csőben visszamaradt anyag elegendő elektromos kísérések közvetítésére és ezen a réven fényerjesztésre, közel-fekvő a gondolat, hogy ugyanazon anyagi részek közvetíthetik a fényterjedést is. Ezt a lehetőséget megengedve, el kell ismernünk, hogy az ætherhypothesisnek egyik legfontosabb támasza eldőlt, t. i. az, hogy a fény állítólag anyagüres térben tejedni képes. Minthogy tapasztalásaink ez utóbbit nem igazolják, az æthernek mint az anyagtól különvált mediumnak hypothesisa nem tekinthető jogosultnak. Ez idő szerint csak az anyaggal elválaszthatatlanul összekötött ætherről lehet szó, az ilyen æther pedig nem jelentene mást mint az ismeretes anyagoknak bizonyos tulajdonságát.\*

---

\* *Megjegyzés.* Noha nem czélom az ætherhypothesis kérdését ki-meríteni, mégis felemlítendőnek tartom a következőket.

Az æther létezésére többek közt abból következtetnek, hogy a fény keresztrezgésekből áll. A fénynek rugalmassági elméletéből kiindulva, mint dogmát állítják oda, hogy a gázok nem végezhetnek keresztrezgéseket, azért a rezgéseket közvetítő közegnek másnak, az ú. n. æthernek kell lennie. Úgy látszik nem vették észre, hogy ez a következtetés alaptalanná válik, mihelyt a fénynek mágnes-elektromos elméletét elfogadjuk. Ugyanis eleve nem látszik kizártnak, hogy az *anyagi részecskékben* végbemenő elektromos rezgések transversalis rezgések alakjában terjednek tovább. Az említett dogma különben a fény rugalmassági elméletének szempontjából is kétesnek látszik. Mert tudjuk, hogy minden test annál rugalmasabbnak mutatkozik, miné lgyorsabb rezgéseknek van alávetve. Az olyan testeket, melyek lassú behatásra haladó mozgást végeznek, tehát a rugalmasságnak nyomát sem tanúsítják, igen rugalmasoknak tapasztaljuk a magas hangokkal szemben. Ezt szem előtt tartva, kérdezhetjük, nem viselkedhetnek-e a közönséges anyagok, különösen a gázok is, a fényrezgésekkel szemben, melyek szaporasága oly véghetetlenül fölülmulja a hangrezgéseket, éppen úgy, mint a tökéletesen rugalmas szilárd testek? Ezen felfogással szemben az ismeretes anyagok *rugalmasságának tökéletlenségére* lehetne hivatkozni, de ezt az ellenvetést is könnyen megczáfolhatjuk. Mert a rugalmas utóhatások csupán szilárd testeknél fordulnak elő, melyeknek részecskéi egymáshoz képest csak kevésbé mozgékonyak, és itt is csak akkor, ha egyes részeik a nyírási szilárdság irányában túlságosan igénybe vétetnek. Ezek is *tökéletesen rugalmasnak* tekinthetők az olyan kis alakváltozásoknál, melyeknél szomszédos részecskék nem szakíttatnak el egymástól maradandólag, és általában minden anyag tökéletesen rugalmas, a mikor

egyedül térfogatváltozás fordul elő. Legszembeszökőbb ez a magatartás a gázoknál és a cseppfolyós testeknél, melyeknek térfogata, mint ismeretes, egyedül a pillanatnyi állapottól, a mint mondani szokás, az állapotjelzőktől függ és teljesen független a megelőző igénybevételtől.

Mindezeket tekintetbe véve, nem tartom kizártnak azt a lehetőséget, hogy az ismeretes anyagok maguk birnak ama tulajdonságokkal, melyekkel az æthert szokták felruházni.

---

(A M. T. Akademia III. osztályának 1900. június 18.-án tartott üléséből.)

## ÚJABB ADATOK A DIELEKTROMOS TESTEK FIZIKÁJÁHOZ.

HOOR MÓR-tól.

A kir. József-műegyetemen 1893. évi december hóban tartott magántanári próbaelőadásomban a dielektromos testek polarisatiojára és szerkezetére vonatkozólag uralkodó nézetekből kiindulva kifejtettem, hogy meggyőződéseim szerint a dielektromos testekben létesített elektrostatikai inductio, illetőleg valamely condensator elektrostatikai töltése nem lehet a polarizáló elektromotoros erőnek lineáris függvénye.

A mágnesi inductio ismert görbéire, valamint a rugalmas testek nyúlási görbéire rámutatva kifejeztem azt a meggyőződésemet, hogy a rendelkezésünkre álló és az irodalomban addig feldolgozott adatok nem elegendők arra, hogy ezt a dielektromos testek ismeretére oly fontos kérdést eldöntsük.

Az akkor kifejtettem nézetben megerősítettek azok a tájékoztató kísérletek, a melyeket, gyakorlatilag használható condensatorok szerkesztésére törekedve, különféle dielektromos testeken változó irányú elektromotoros erőkkel az 1893 - 1896. években végeztem. A különféle szigetelő anyagokból összeépített és változó irányú elektromotoros erők behatása alatt álló condensatorok áramgörbéi, munkafogyasztási görbéi, ez utóbbiaknak a quadratikusság függvényétől való eltérése stb. mind megannyi útbaigazítással szolgáltak a kérdés rendszeres tanulmányozására.

Ez adatok alapján, valamint az előbb említettem elméleti szempontból kiindulva dolgoztam ki a kérdés tanulmányozására azt a kísérleti tervezetet, melyet az 1896. év tavaszán a M. Tud. Akadémia III. osztályának bizottsága elé terjesztettem.

A következőkben összefoglalom az e tervezet szerint az 1897—1900. években végzett kísérletek adatait, a melyek feltevé-



seim helyességét bizonyítják és egyúttal a dielektromos testekre vonatkozó közleményekben található számos ellentmondás és eltérés magyarázatát adják.

Az idevágó irodalmat a most folyó és még végzendő kísérletekkel együtt, következő, második közleményemben fogom behatóan feldolgozni és ez alkalommal csak a dielektromos testek állandóinak meghatározására, a dielektromos testekben beálló rugalmas utóhatásokat nyomozó, a residuum-tünetményeknek tanulmányozására másoktól használt módszereket fogom röviden, a követtem eljárással való összehasonlítás céljából ismertetni.

Végig tanulmányozva az ide vonatkozó és az 1896. évig megjelent közleményeket, azt találtam, hogy az ott foglalt adatok a meghatározott elektromos állandók mellett rendesen nem adják meg a kísérletekben alkalmazott  $\frac{\partial V}{\partial n}$  elektrosztatikai igénybevételt. A kísérletezők aránylag csekély igénybevételekkel dolgoztak, és nem ügyelve annak nagyságára, a  $k$  meghatározásakor alkalmazott  $\frac{\partial V}{\partial n}$  igénybevételt aránylag csekély határok között változtatták.

A végzett kísérletek szűk kereténél fogva természetesen nem lehetett az egyes dielektromos testek fajlagos induktív állandójának ingadozásaiban valami törvényszerűséget felismerni és lehetetlen volt az elektrosztatikai inductio görbéinek az egyenestől való eltéréseit felismerni; még ott sem, a hol a tágabb határok között változtatott polarizáló erőkkel kísérletezve, a  $k$  értéknek a  $\frac{\partial V}{\partial n}$  polarizáló erővel való változását könnyen lehet kimutatni.

A legtöbb idevágó kísérleti sorozatban egyébiránt a felvetetem kérdés megoldását, illetőleg az elektrosztatikai inductio görbéinek megállapítását lehetetlenné tették a dielektromos testekben beálló rugalmas utóhatások, residuum- és absorptio-tünetmények, a melyek erősen előtérbe nyomulnak és legtöbb esetben teljesen lekötik a kísérletezők figyelmét.

Innen ered azután, hogy az irodalom tulságos nagy fontosságot tulajdonít a dielektromos testekben beálló viscosus tünetményeknek, és ezért a vizsgálódások úgyszólván kizárólag ebbe az irányba terelődtek.

E megjegyzések egyaránt állnak az összes alkalmazott módszerekre, de első sorban azokra a zérus módszerekre vonatkoznak, melyek a megvizsgálandó dielektrikummal készített, kis kapacitású condensatorokat hídrendezésben, kisebb-nagyobb szaporaságú váltakozó elektromotoros erők alkalmazásával határozzák meg.

Kísérleteim folyamán kitűnt, hogy a váltakozó irányú elektromotoros erőket alkalmazó zérusmódszerekben nyert adatok csak akkor használhatók, ha a periodikusan változó elektromotoros erő görbéjét és változási számát pontosan ismerjük.

CH. PR. STEINMETZ, H. F. WEBER, HUTIN és LEBLANC-nak condensatorokon váltakozó elektromotoros erőkkel végzett elektrodynamometeres és wattmeteres mérései ugyan nagyban hozzájárultak az elektrosztatikai hysteresisből származó munkavesztések ismeretéhez, de, mint azt igen szembeszökő példán kimutathatom, ezeket az adatokat sem használhatjuk fel a megvizsgált dielektromos testek  $k$  görbéinek megállapítására.

Az újabb időben megjelent értekezések sorából megemlítem ABEGG-nek (Wied. Ann. 60, p. 54), FLEMING és DEWAR-nek (Proc. Roy. Soc. 61, p. 299), J. HOPKINSON és WILSON-nak (Phil. Trans. 189, p. 109) a dielektromos állandónak a hőfokkal való változásaira vonatkozó közleményeit, továbbá H. WEBER (Arch. de Gen. 2, p. 519), E. B. ROSA és A. W. SMITH (Phil. Mag. 47, p. 222) dolgozatait, a kik a váltakozó elektromotoros erők behatása alatt álló condensatorok munkafogyasztására vonatkozólag végeztek calorimeteres és wattmeteres méréseket.

Érdekesek G. ERCOLINI (Rendic. Acc. dei Lincei 7, p. 306), továbbá PANICHI (Nuovo Cim. 8, p. 89) értekezései, a melyekben a huzásnak, nyulásnak az ebonit és üveg dielektromos állandójára való befolyását vizsgálják.

H. V. CARPENTER (Phys. Rev. 4, p. 238), FERRY (Phyl. Mag. 44, p. 401) rövid töltési idők és gyorsan váltakozó elektromotoros erők behatását tanulmányozzák.

Végül kiemelem HJ. TALLQUIST (Wied. Ann. 60, p. 248) kísérleteit, a ki condensatorok oscillatorius kisüléseit vizsgálja Helmholtz-féle inga segítségével, de sajnos csak 20 Volt körüli elektromotoros erőkkel dolgozik; továbbá kiemelem A. DUNSTAN (Elektr. World 26, p. 3) dolgozatát, a ki a condensatorok kisütése

után beálló rugalmas utóhatásokat, a remanens elektromotoros erő görbéit vizsgálja, de ugyancsak igen kicsiny elektrosztatikai igénybevételt alkalmaz.

Az említett kísérletezők a dielektromos testekben uralkodó statikai viszonyok felismerésére alkalmas eszközöket, módszereket nem is használnak, a condensatorok kapacitásának összehasonlítására rendszeren használt eljárást, zérusmódszert, a NERNST-féle elrendezést,\* folyadék keverési módszert alkalmazzzák, de ugyanazon a condensatoron nem végeznek több módszerrel összehasonlító méréseket és ezért a dielektromos állandónak a  $\frac{\partial V}{\partial n}$  igénybevétellel való változásaira vonatkozólag positiv feleletet nem adnak.

Váltakozó elektromotoros erőkkel, különféle szigetelőkön, pl. gipsz-, quarz-kristályból, mikából, ebonitból, papírból készített *saját szerkezetű*, valamint SWINBURNE-féle condensatorokkal\*\* végezve kísérleteket, arra az eredményre jutottam, hogy előreláthatólag tiszta növényrost-papírból alakíthatók kellő előkészítés révén oly dielektrikum-typust, mely a  $k$  és  $\partial V$  görbéknek az egyenestől való eltérését legjobban mutatja. Együttal azt láttam, hogy kellő előkészítéssel ily növényrost-rétegekből oly dielektrikumot képezhetünk, mely csak csekély mértékben mutat viscosus tulajdonságokat, minélfogva a  $k$  kapacitásnak a felvett inductio görbékből számított látszólagos értékei csak igen csekély mértékben térnek el a valóságos értékektől.

A növényrost-papirosból készített condensatorok mellett döntött végre e papírfajták igen nagy átütési feszültsége, a mely igen vékony rétegek alkalmazását és nagy elektrosztatikai igénybevétel felhasználását engedi meg, és lehetővé teszi, hogy nagy kapacitású condensatorokat készítve nagyobb szabásban, külső zavaró tényezőktől kevésbé befolyásolt készülékekkel végezzük kísérleteinket.

---

\* W. NERNST: Methode zur Bestimmung der Dielektricitätsconstanten, Zeitschr. f. physik. Chemie 14. p. 622.

\*\* HOOR: Az elektromos kondenzátor és gyakorlati alkalmazása, M. Mérn. és Épít. Egylet közlönye, 37, p. 157.

Könnyen belátható, hogy az alatt részletesebben leírt condensatorokkal egyenlő kapacitású olyan condensatorokat, amelyek a réteg vékonyságánál fogva már 1000 Voltnyi elektromotoros erő mellett 100000 Volt per centimeter igénybevétellel dolgoznak, pl. ebonitból, mikából, stb. készíteni nem lehet, avagy csak igen nagy költség árán.

Az alkalmaztam nagy elektrosztatikai igénybevétel érthetővé teszi, miért sikerült az eddigi kísérletekkel szemben nem csak quantitative, de qualitative is új eredményeket elérnem.

### 1. A dielektrikum előkészítése és a condensatorok szerkezete.

Condensatoraimban eleinte MILANI római papirgyárából való, tiszta lenrostból készült, 0.06 millimeter vastag bankópapirost használtam, mely igen egyenletesnek bizonyult. Később, így az itt leírt kísérletekben is, a *leykam-josephsthal*i papirgyárban külön e célra készített, 0.045 millimeter vastag tiszta lenrostpapírt alkalmaztam.

A 340×340 millimeter nagyságú papirlapokat közvetlenül a condensatorba való beépítés előtt gondosan megszárítottam oly módon, hogy 100—110° C.-nyi levegőben tartottam több órán át. Ezután a papirost, a mely a 100°-os levegőben átlag 13—15 százaléknyi vizet veszített, külön e célra készített kemenczékben, a kátrányképződés beálltaig körülbelül 2—3 perczen át hevítettem. E célból két-négy lapot együttesen körülbelül 270° C.-nyi állandó hőfokú egyenes vörösrézlapra helyeztem és befödtem vékony rézlappal, a mely a destillatio termékeinek elvezetésére számos, igen apró szelelő fúrással volt ellátva.

A papírt világos sárgásbarna szín beálltaig hevítettem és gondosan kiselejteztem a tulságos gyors vagy tulságos magas hőfokra való hevítés folytán törékenynyé vált lapokat.

A barnított lapokat, a kemenczéből jövet, még melegen tiszta, savmentes és evakuálás útján a levegőtől megszabadított, 15° C.-nál 0.818 fajsúlyú petroleumba mártottam; a lemezek a beépítésig átlag 2—3 óráig e petroleumfürdőben áztak.

A papírból és ónlemezekből az alatt közölt elrendezés szerint összeépített condensatorotestet ezután vasedénybe szereltem,

ezt teljesen tömitve, körülbelül 80 mm. nyomásig ritkítottam a levegőt és ez alacsony nyomás mellett, kívülről benyomva a petroleumot, töltöttem meg a condensatort.

Ez előkészítés daczára még észrevehető volt a condensator rétegeiben visszamaradt levegő hatása, a mely a hónapokon át folytatott előzetes mérések alkalmával sok nehézséget okozott és leszállítva a papiros átütési feszültségét, nem engedte meg nagy elektrostatikai igénybevétel alkalmazását.

A gyakorlati czélokra, valamint az itt közölt kísérletekre szánt condensatorok készítésekor ezért nem elégedtem meg az előbb vázoltam eljárással, hanem még körülbelül 150 óráig 80 mm.-nyi nyomás alatt tartottam a condensatort, az utolsó 50 órában pedig 42~ -sal váltakozó elektromotoros erők polarizáló hatásának vettem alá a condensatorokat és időről-időre mértem a hysteresishől eredő munkafogyasztást.

A tapasztalás azt mutatta, hogy e *«formáló»* folyamat alatt a fajlagos hysteresis munka a kezdőérték egy harmadára, sőt sok esetben egy ötödére süllyedt, a levegőtartalom pedig annyira csökkent, hogy befolyása nem volt már észlelhető.

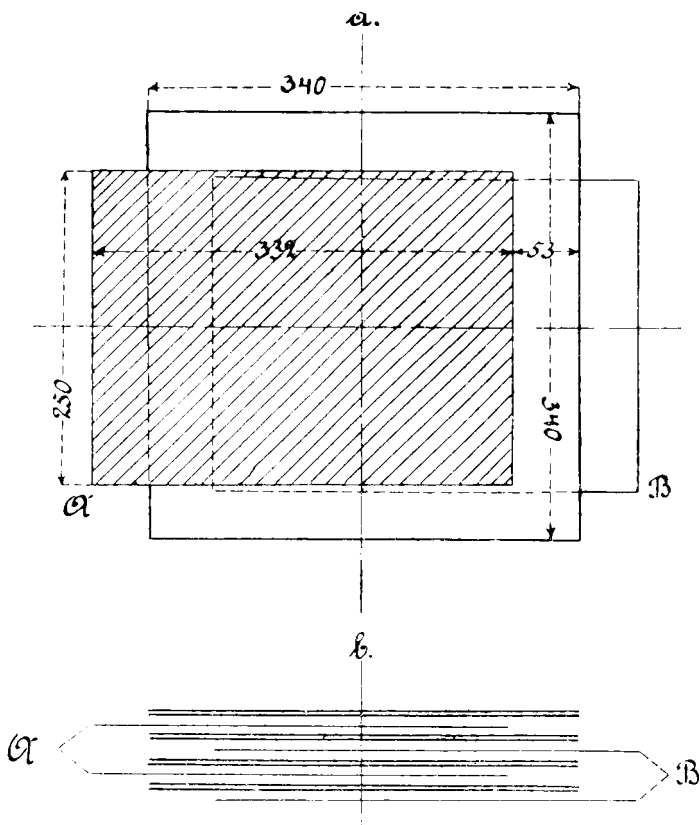
A condensatorok papirlapjainak és ónlemezeinek elrendezését az 1a és 1b ábra mutatja.

A condensator szigetelő rétegeit képező *kettős* papirlapokra sablónok segítségével váltakozva helyeztem el az *A* és *B* ónlemezeket. Az összeépített condensatortestet két márványlap közé foglaltam és körülbelül négyzetcentimeterenkint 25 gr. nyomásra szorítottam össze. Az *A* és *B* lemezeket oldalt lehajlítva helyenkint alkalmazott kapcsok segítségével kapcsoltam a kivezető sodronyokhoz.

A condensatort oly módon akasztottam a márványlapok szélein áthatoló vasrudak segítségével az öntöttvasedény fedelére, hogy a fedél és a körülbelül 25 mm. vastag felső márványlap felső felülete között mintegy 200 mm.-nyi köz maradt. Együttal ügyeltem arra, hogy a legfelső szigetelő réteg legalább 150 mm.-nyi mélységben legyen a petroleum felszíne alatt.

Az alatt közölt kísérletek alkalmával megvizsgált I. és II. számmal jelölt két condensator dielektromos rétegeinek vastagsága  $d=0.009$  cm; a condensator-elemek polarizált felülete meg-

közelítőleg  $s=575 \text{ cm}^2$ , az elektrod-lemezek száma 220, tehát az egész elektrod-felület közel  $S=126500 \text{ cm}^2$ . A polarizált dielek-



1. ábra.

trikum főrője kereken  $v=1138 \text{ cm}^3$ ; a condensator kapacitását mikrofardban tehát megkapjuk, ha a dielektromos állandót

$$\gamma = \frac{S \cdot 10^{15}}{4\pi d \cdot 9 \cdot 10^{20}} = 1.245$$

együtthatóval szorozzuk.\*

---

\* Megjegyzem, hogy az összes itt közölt értékek számítását nagy logarlécz segítségével végeztem.

## 2. Az alkalmaztam kísérleti módszerek és mérőkészülékek.

Szem előtt tartva a bevezetésben mondottakat, valamint a condensatorok kapacitásának ismert meghatározását (definiitóját), mindenekelőtt a *nyugró és állandó erősségű  $V$  potenciálkülönbség hatása alatt álló condensator  $Q$  töltése és a  $V$  között való  $\frac{Q}{V} = k$  viszony megállapítására és  $V$ -től való függésének*

kipuhatolására törekedtem. E czélból a condensatorokat a  $V_1, V_2, \dots, V_n$  potenciálkülönbségekkel \* polarizálva, megfigyeltem a condensator zárásakor a zárókörbe iktatott ballisztikus galvanometeren áthaladó  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  mennyiségeket.

Eleve feltételeznem kellett, hogy a condensatorban beálló rugalmas utóhatások folytán a ballisztikus galvanometerrel mért  $Q_1, \dots, Q_n$  töltésekből közvetlenül nem vonhatunk majd következtetést a dielektromos rétegeknek a kisütések megindulásakor való polarisatiojára, más szóval: hogy a  $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{V}{d}$  elektrosztatikai igénybevételnek megfelelő, a dielektrikumban felraktározott energia a  $Q$  és  $V$  értékekből, a  $\frac{Q \cdot V}{2}$  formula szerint, számított értékektől különbözik.

Erre való tekintettel a  $\frac{Q_1}{V_1}, \frac{Q_2}{V_2}, \dots, \frac{Q_n}{V_n}$  értékeket a condensator *látszólagos kapacitásának* fogym nevezni.

A  $Q_1 \dots Q_n$  értékekben rejlő hibák nagyságának kipuhatolására a condensator töltési idejét, a condensator zárási tartamát, a ballisztikus galvanometer lengési idejét változtattam, és ily módon a hibák rendjére vonatkozólag kielégítő tájékozást szerezhettem.

A polarizáló  $\frac{\partial V}{\partial n}$  változása közben beálló folyamatok megismerésére a  $Q$  és  $V$  görbék meghatározásával párhuzamban a

---

\* Következőekben félreértések elkerülésére a  $V_1, V_2$  stb. potenciálkülönbségeket a divó szokás szerint elektromotoros erőnek fogom nevezni, az elektromos mező erősségét (a math. fizikában elektromotoros erőnek definiált)  $\frac{\partial V}{\partial n}$  értéket pedig elektrosztatikai igénybevétel névvel fogom megjelölni.

condensatort polarizáló elektromotoros erő  $\Delta V$  változásainak megfelelő  $\Delta Q$  töltés változásokat figyeltem meg *lépésről-lépésre*; megjegyzem, hogy e kísérleteket, tekintettel a  $\Delta V$  változás közben beálló  $\Delta k$  változásokra megint csak *közvetve* lehet a rugalmas utóhatások megbecslésére felhasználni.

A rugalmas hatások okozta hibák megismerésére értékes adatokat szolgáltatott továbbá a töltés megszakítása után beálló kisütési folyamatoknak, a magára hagyott condensator töltési és potenciálgörbéinek megfigyelései.

E kísérleti sorozatokat kiegészítették a váltakozó elektromotoros erőkkel végezett kísérletek, a melyek a megvizsgált condensatorok statikus és viscosus hysteresis tünetényeire vonatkozólag az előző mérési módszerekkel teljesen összevágó eredményt szolgáltatottak.

Ez utóbbi kísérletek egyébiránt tisztán mutatták, mennyire óvatosan kell eljárunk a váltakozó elektromotoros erőkkel végzett kísérletek adatainak felhasználásában, és hogy a statikus görbéket nem ismerve, egyenesen tévutra kerülhetünk.

Következő közleményemben egyébiránt ki fogom mutatni, hogy a polarizáló periodikus elektromotoros erőt kifejező FOURIER-féle sor, valamint a condensator töltő áramát ábrázoló FOURIER-féle sor együtthatóiból miként következtethetünk a statikus állapotokra és rugalmas utóhatásokra.

Az összes alkalmazott *készülékek* állandóinak meghatározását a berlini *Physik.-Techn. Reichsanstalt normállenállásaiból* és a WESTON-féle *normálemek* elektromotoros erejéből kiindulva végeztem a kompenzációs módszer révén; a *hitelesítések pontosságát határa legalább 0.2 százalékra tehető*.

A 150 Voltig terjedő elektromotoros erőket CARPENTIER-féle, csillapított lengésű *tűkrös galvanometerekkel* mértem. E készülékek csillapításának állandóan tartására a  $18^\circ \text{C.}$ -nál 213 Ohm Int.\* ellenállású, mozgó galvanometer tekercshez állandóan 426 Ohmnyi parallel ellenállást kapcsoltam és e rendszert körülbelül 1000 Ohmnyi ellenállással [(manganin) sorosan kapcsolva, oly

---

\* Az itt megadott összes ellenállási értékek Ohm Internationalra vonatkoznak és 0.15 százaléknál kisebb hibával voltak beállítva.



módon szabályoztam ez ellenállást egyszersmindenkorra, hogy egy meternyi skálátávolság mellett a rendszer végpontjaiban alkalmazott 0·1 Voltnyi elektromotoros erőnek 100 millimeternyi kitérés felelt meg.

A nagy, manganinból való ellenállásnak a galvanometer rendszerébe való beiktatása egyúttal az egész rendszer ellenállásának eredő hőfokegyütthatóját is annyira leszállította, hogy az ellenállást és ezzel a galvanometer *Volt*-állandóját a hőfoktól gyakorlatilag függetlennek lehetett tekinteni.

A kisülési görbék meghatározásakor az elektromotoros erő mérésére *tükrös elektrometereket* használtam *idiostatikus* kapcsolásban. A 200—1000 Voltig terjedő elektromotoros erők mérésére magam szerkesztettem mágnesesillapítású körnegyedes tükrös elektrometert, a melynek skálaja teljesen quadratikussá volt; a 200 Volton aluli elektromotoros erők mérésére pedig átalakított CARPENTIER-féle, ugyancsak erősen csillapított *hengernegyedes* elektrometereket alkalmaztam.

A töltések mérésére igen érzékeny, jól csillapított CARPENTIER-féle tükrös *ballistikus galvanometert* használtam, melynek szálfelfüggesztését a zérushelyzet állandósítására átalakítottam.\*

A ballistikus galvanometert, melynek ellenállása 20° C.-nál 519·69 Ohm, részben nyitott körben, azaz a condensator több száz megohmnyi ellenállásával közvetlenül sorba kapcsolva, avagy 2500 Ohm ellenállású körben használtam, úgy hogy e kör elágazási pontjaihoz kapcsoltam a condensatort (lásd a 2. ábrát).

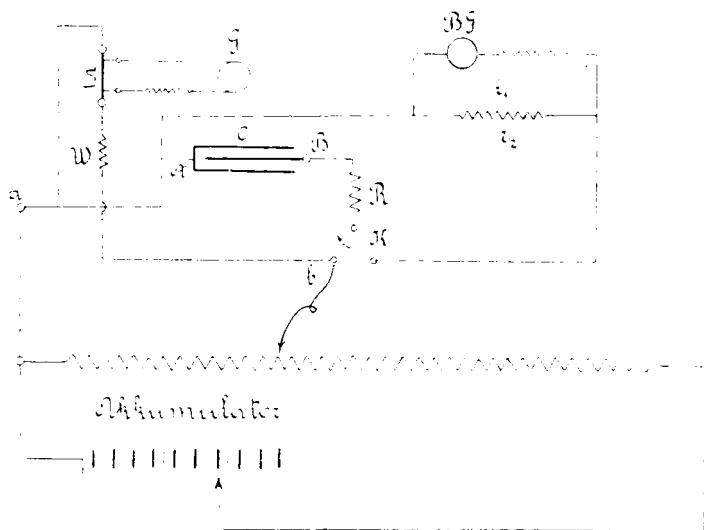
A ballistikus galvanometer állandójának meghatározása az ELLIOTT B<sup>th</sup>s londoni cégtől készített, alosztályokra osztott és összesen *egy mikrofara*d kapacitású mikából készült *normál-condensator* alapján történt a 2. ábrán bemutatott kapcsolási séma szerint, miután márványmagra tekercselt abszolút *inductio etalon* segítségével meggyőződtem arról, hogy a condensator valóságos kapacitása a névleges értékektől, 15°—24° C. között, kevesebb mint 0·04 százalékkal tér el, és 30—100 Voltig terjedő

---

\* Ez átalakításokról, valamint a szerkesztettem tükrös elektrometerről más alkalommal fogok részletesebben jelentést tenni.

elektromotoros erők mellett az elektromotoros erőtől függetlenül állandónak tekinthető.

A hitelesítés alkalmával a galvanometer körét  $r_1 = 1500$  és  $r_2 = 1000$  Ohm képezte; a hitelesítést zárt körben kellett végezni, ugyanazzal az  $r_1 + r_2$  összellenállással (a csillapításra való tekintettel), a melylyel a görbék felvételét eszközöltem.



2. ábra.

A hitelesítés alkalmával körülbelül 64 Voltnyi elektromotoros erőt használtam.

Az  $A/B$  condensator töltése a  $k$  kulcs bal helyzete mellett történt; az  $a$  és  $b$  pontokhoz az elektromotoros erőt *accumulator* telep szolgáltatta.

A polarizáló elektromotoros erőt mérő  $G$  galvanometer egy ohmnyi normáellenállással párvonalos kapcsolásban 999 ohmnyi ellenállással volt sorba kötve, tehát pl. a  $V_{ab} = 100$  Voltnyi feszültségnek a galvanometer skáláján 100 millimeternyi kitérés felelt meg.

Az  $A/B$  condensatort polarizáló  $V$  elektromotoros erőnek megfelelő  $C \cdot V = Q$  töltésből a galvanometeren áthaladt, és a  $\partial$

kitérést okozó  $q_g$  mennyiséget a KIRCHHOFF-féle törvény szerint számítottam.

Ismételt kísérletek azt mutatták, hogy az eljárás tökéletesen korrekt még akkor is, ha pl.  $r_2$  az  $r_1$  ellenállásnak csak 500-ad-része és a két ellenállás látszólagos ellenállásának viszonya eltér csekély mértékben az ohmikus ellenállások viszonyától, a mit különben már eleve elméleti okokból is be lehet látni. Azt találtam továbbá, hogy 0–5000 ohmig terjedő ellenállásoknak a condensor körébe való beiktatása az eredményt nem változtatta meg.

A következő I. táblában példa kedvéért az 1900 jan. 22-én végzett hitelesítés adatait közlöm.

I. tábla.

$r_1=1500$ ,  $r_2=1000$ ,  $R=0$ ; töltési idő  $T=10^8$ .

A b. galvan. kilengése $\delta$	A normál cond. kapacz. C (mfd)	A töltő e. m. erő V = Volt	A b. galv. számított C. G. S. állandója $c_b = \frac{C \cdot 10^{-15} \cdot V \cdot 10^8 \cdot 1000}{\delta \cdot 2500}$
140.6	0.2' + 0.5	64.8	0.129.10 <sup>-7</sup>
99.85	0.5	64.8	0.1299.10 <sup>-7</sup>
40.0	0.2	64.8	0.1295.10 <sup>-7</sup>
39.7	0.2'	64.8	0.1300.10 <sup>-7</sup>

A galvanometer C. G. S. konstansát a

$$c_b = \frac{C \cdot 10^{-15} \cdot V \cdot 10^8 \cdot 1000}{\delta \cdot 2500}$$

képlet adja.

E kísérlet, valamint a többi hitelesítő sorozat a ballisztikus galvanometer *skáláján észlelt* kilengések állandó arányosságáról is tanúskodik; az állandóban rejlő hiba kisebb 0.2 százaléknál.

A galvanometer teljes lengési periodusának tartama  $\tau = 5.92^s$  az 1–23. kísérleti sorozatban; egyes kísérletek alkalmával változtattam a lengési időt, és a 23. és következő sorozatokban a tekercsre helyezett súlyok segítségével nyitott körben  $\tau = 9.66^s$ , zárt körben (2500 Ohm)  $\tau = 9.85^s$ -re állítottam be.

A ballisztikus galvanometer körének ellenállását az összes

mérésekben, kevés eset kivételével, 2500 ohmra állítottam be és a ballisztikus galvanometer kilengéseinek nagyságát az  $r_1$   $r_2$  viszony (a hol  $r_1 + r_2 = 2500$ ) kellő megválasztásával szabályoztam.

Az időt részben DESCHIENS-féle *chronograph*-fal, részben *metronommal* mértem.

A váltakozó elektromotoros erőkkel végezett kísérletekben az áramerősség mérésére a GANZ és TSA készítette ismert elektrodynamometereket és a munkafogyasztás mérésére a GANZ-féle wattmetert, a javítottam ismert alakban, használtam.

A váltakozó irányú elektromotoros erő mérése tükrös elektrometerekkel és praecisiós WESTON-féle Voltmérővel történt.

### 3. A condensatorok statikai állapotát jellemző $Q$ és $V$ görbék megállapítása.

E kísérletekben ugyancsak a 2. ábrán bemutatott kapcsolási sémát használtam. A vizsgálat alá fogott  $A/B$  condensatort a  $k$  kulcs segítségével az  $a$ ,  $b$  pontokhoz kötöttem és az  $a$ ,  $b$  pontok közötti elektromotoros erőknek megfelelő  $Q$  töltéseket mértem meg.

A megfigyelést másodmagammal végeztem oly módon, hogy magam a ballisztikus galvanometer kilengéseit észleltem és az időt mértem, segédem pedig a töltési periodus utolsó pillanatában uralkodó elektromotoros erőt figyelte meg.

A következő II. tábla az 1898. év szept. 14.-én és 16.-án az I. sz. condensatorral végezett első és második kísérleti sorozat adatait mutatja.

II. tábla.

(I. sz. condensator 1. és 2. kísérleti sorozat.)

A ball. galv. kileng. $\partial_2$	A polariz. e. m. erő $V \cdot 10^8$	A condens. töltésének ( $Q_2$ ) $10^7$ szerese	$\frac{Q_2}{V} \cdot 10^{-15}$	A töltési idő $T_1$	Megjegyzések
$r_1 = 2400, r_2 = 100; c_b = 0 \cdot 1251 \cdot 10^{-7}; R = 5000$					A ball. galv. lengési ideje az 1. és 2. sz. sorozatban $\tau = 5 \cdot 92, r_1 + r_2$ állandóan 2500 ohm, a töltési idő $T_1 = 5 s$ , a zárási idő $T_2 = 30 s$ .
113·0	45·55	354	7·77	5 s	
139·2	68·8	436	6·34	"	
163·0	91·8	510·5	5·56	"	
187·0	114·75	586·5	5·11	"	
$r_1 = 2480, r_2 = 20, R = 5000; c_b = 0 \cdot 1251 \cdot 10^{-7}$					A condensator hőfoka 17° C.
37·0	114·8	579	5·04	5 s	
41·5	137·4	650	4·73	"	
47·1	165·1	738·5	4·47	"	
51·8	189·5	811·0	4·28	"	
65·8	213·0	874·0	4·10	"	
60·8	235·5	952·0	4·04	"	
65·5	261·5	1025	3·92	"	
69·4	285·0	1088	3·82	"	
74·0	306·5	1158	3·78	"	
78·2	330·5	1226	3·71	"	
82·5	354·0	1292	3·65	"	
88·0	377·5	1378	3·65	"	
92·2	400·5	1441	3·60	"	
96·5	424·0	1509	3·56	10 s	
100·6	446·0	1576	3·53	5 s	
104·8	470·0	1642	3·49	"	
109·1	494·0	1710	3·46	"	
116·3	529·5	1821	3·44	"	
120·8	552·0	1893	3·43	"	
124·5	575·0	1951	3·39	"	
128·5	598·0	2013	3·365	"	
133·2	621·0	2083	3·355	"	
149·5	720·0	2335	3·245	"	
151·8	735·4	2378	3·235	"	
156·5	754·7	2448	3·245	"	
160·5	778·0	2521	3·23	"	
164·8	804·5	2581	3·21	"	
169·0	827·2	2645	3·20	10 s	
180·0	874·4	2820	3·225	5 s	

A ball. galv. kileng. $\vartheta_2$	A polariz. e. m. erő V. $10^8$	A condens. töltésének ( $Q_2$ ) $10^7$ szere	$Q_2 \cdot 10^{-15}$ V	A töltési idő $T_1$	Megjegyzések
188·5	924·0	2952	3·195	20 s	A condensator hőfoka 17° C.
187·5	907·0	2930	3·235	5 s	
194·0	954·0	3040	3·185	„	
$r_1 = 2400, r_2 = 100, R = 5000, c_b = 0·1245 \cdot 10^{-7}$					
41·8	8·45	130·3	15·43	5 s	
56·0	13·0	174·6	13·42	„	
66·5	17·4	207·1	11·90	„	
74·0	21·5	231·2	10·75	„	
81·5	26·0	254·0	9·775	„	
86·5	30·5	269·0	8·84	„	
92·2	34·8	287·0	8·25	„	
98·2	39·0	305·8	7·84	„	
102·3	43·3	317·0	7·36	„	
108·0	47·9	336·5	7·03	„	
115·2	52·55	359·0	6·83	„	
119·0	57·0	371·0	6·51	„	
124·0	61·3	386·0	6·30	10 s	
129·0	65·9	402·5	6·11	5 s	
134·0	70·1	420·0	5·95	„	
131·0	67·0	408·0	6·09	„	
156	90·0	487·5	5·42	„	
181·0	113·2	565·0	4·99	„	
$r_1 = 2480, r_2 = 20, R = 5000, c_b = 0·1245 \cdot 10^{-7}$					A condensator hőfoka 16°—18° C.
40·7	136·0	635·0	4·67	5 s	
46·3	164·0	723·0	4·405	„	
50·6	186·5	789	4·23	„	
55·2	209·0	841	4·12	„	
59·7	233·0	932	4·00	„	
61·2	239·0	955	3·995	„	
70·0	287·0	1092	3·805	„	
78·0	334	1215	3·69	„	
87·5	380	1364	3·59	„	
96·4	426	1505	3·53	„	
108·0	491	1684	3·43	„	
119·6	555	1865	3·36	„	
124·0	573	1928	3·365	„	
132·5	619	2067	3·34	„	
158·0	758·5	2467	3·251	„	
175·0	854	2752	3·20	„	
168·0	816	2618	3·21	„	

E kísérleti sorozatban a legnagyobb elektrosztatikai igénybevétel  $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{V}{l} = \frac{954 \cdot 10^8}{0.009} = 106 \cdot 10^{11}$  elektromagn. C. G. S. egység, azaz  $\frac{954 \cdot 10^8}{0.009 \times 3 \times 10^{10}} = 353.0$  (!) elektrosztatikai C. G. S. egység volt, míg pl. LORI\* csak 16 (!) elektrosztatikai C. G. S. egység terjedő  $\frac{\partial V}{\partial n}$  polarizáló erővel kísérletezett.

Ennek a  $\frac{954}{0.009} \frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$ -nyi igénybevételnek megfelelő, és a dielektrikumban felhalmozott polarisatio munkamennyisége az első tábla adatai szerint közel  $1.45 \cdot 10^7$  erg-re tehető, tehát a köbcentimeterenkint felraktározott munka kereken  $0.00128 \cdot 10^7$  erg.

Megjegyzem, hogy például a jó kovácsvasban körülbelül  $B = 13000$  C. G. S. inductionál ez inductionnak létesítésére fordított munkaintegrál köbcentimeterenkint kereken  $0.0012 \cdot 10^7$  erg, tehát a *férő egységében a condensator polarisatiojára fordított és felraktározott munka teljesen összemérhető a vas mágnesi polarisatiojára fordított munkával.*

Az I. táblában közölt kísérleteket megismételtem oly módon, hogy ceteris paribus az egyes töltések tartamát és a condensator zárási idejének tartamát változtattam.

A 10, 30, 60 mperczes töltésekkel végzett kísérletek azt mutatták, hogy  $T_1 > 10^s$  tartamon túl a megvizsgált condensatorokban a töltés tartama nem igen befolyásolja a  $Q$  értékeket; azt láttam továbbá, hogy a condensator elektrodjainak  $T_2 = 30^s$ -ig tartó összekötése teljesen elegendő a remanens polarisationak megszüntetésére; ha  $T_2 > 30^s$  volt,  $T_2$  nagysága már nem gyakorolt észrevehető befolyást az értékekre.

A rugalmas utóhatások okozta hibák kipuhatolására az 1. és 2. kísérleti sorozattal párhuzamosan váltakozva positiv és negativ, és növekvő, majd csökkenő  $-|V_1|, +|V_2|, -|V_3| \dots$  elektromotoros erővel az első és második kísérleti sorozatot többször

---

\* FERD. LORI: Studio sperimentale sopra la capacita dei condensatori. (Rendic. Acc. dei Lincei 7, p. 55. 1898.)

megismételtém ; az ily módon megállapított  $Q_2$ ,  $V$  és  $\frac{Q_2}{V}$ ,  $V$  görbék az előbbiekkal teljesen egyeztek.

Épen úgy egyeztek a különböző  $V$  értékek commutatiojakor észlelt  $Q$  értékek, a mennyiben a  $2V$  változásoknak megfelelő  $Q$  értékek a  $V$  változásnak megfelelő  $Q$  értékek kétszeresét adták, eltekintve körülbelül 1—2 százaléknyi hibától.

Ezek szerint a  $T_1 = 10^8$ -es töltésekkel és  $T_2 = 30^8$ -ig tartó zárási időkkel az előbb vázolt módszer szerint megállapított  $Q$  és  $V$  értékek igen nagy megközelítéssel adják e megvizsgált dielektrikum  $\frac{Q}{V} = k$  értékeit és nem csak qualitativ, de quantitativ képet is szolgáltatnak a *valóságos*, statikailag meghatározott (definiált)  $k$  változásairól.

A következő III. tábla az 1899 jan. havában az I. sz. condensatorral végzett *nyolczadik* kísérleti sorozat eredményeit adja ; a  $\partial_2$ ,  $Q_2$ ,  $k$ ,  $T$ ,  $r$ ,  $R$ , értékek jelentése ugyanaz, mint a II. táblában.

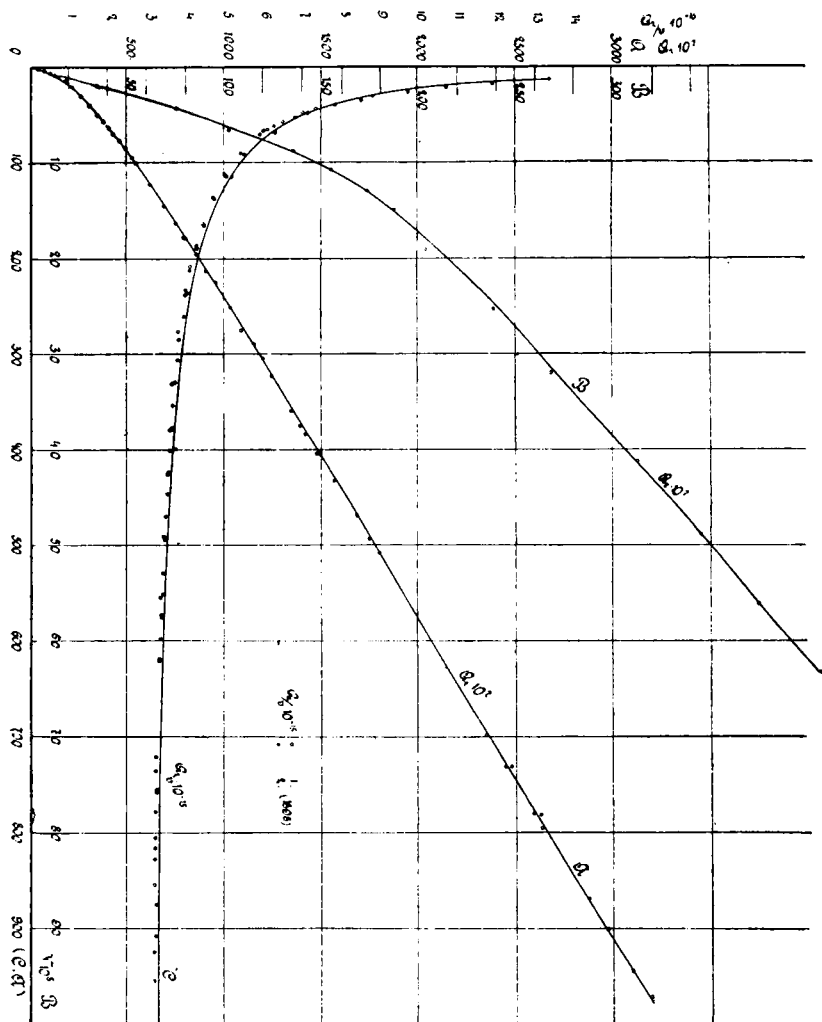


## III. tábla.

(I. sz. condensator, nyolczadik kísérleti sorozat.)

$\vartheta_2$	$V \cdot 10^8$	$Q_2 \cdot 10^7$	$\frac{Q_2}{V} \cdot 10^{-15}$	$T_1$	Megjegyzések
$r_1 = 1500, r_2 = 1000; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1257 \cdot 10^{-7}$					$\tau = 5 \cdot 12 s; r_1 + r_2 = 2500, T_2 = 30 s; a \text{ condensator hőfoka } 18^\circ C.$
109·5	1·89	34·3	18·14	10 s	
$r_1 = 2300, r_2 = 200; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1257 \cdot 10^{-7}$					
47·8	4·22	75·0	17·77	10 s	
69·5	6·51	102·2	15·70	"	
86·5	8·68	135·7	15·62	"	
86·6	8·68	136·2	15·68	"	
98·6	10·71	154·6	14·44	"	
108·5	12·96	170·3	13·14	"	
119·5	14·98	187·6	12·58	"	
130·8	19·00	204·7	10·75	"	
$r_1 = 2400, r_2 = 100; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1257 \cdot 10^{-7}$					
76·0	25·25	238·5	9·44	10 s	
85·6	31·85	268·4	8·43	"	
99·7	41·20	312·5	7·59	"	
109·8	48·8	344·5	7·06	"	
119·5	56·0	375·0	6·70	"	
129·5	63·2	406·5	6·43	"	
136·2	68·3	428·0	6·26	"	
146·9	77·25	461·0	5·97	"	
156·5	84·8	491·0	5·79	"	
$r_1 = 2480, r_2 = 20; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1257 \cdot 10^{-7}$					
31·2	84·75	490	5·78	10 s	
33·5	94·75	525·5	5·55	"	
33·5	94·75	525·5	5·55	20 s	
33·0	94·75	518	5·47	5 s	
35·0	101·9	548	5·38	10 s	
39·4	123·25	618·5	5·015	"	
43·9	145·8	689	4·725	"	
47·6	163·0	747	4·58	"	
50·8	178·4	797·5	4·47	"	
50·0	178·0	785·0	4·41	"	
51·0	177·8	800	4·495	"	
54·2	195·6	852	4·35	"	

$\partial_2$	$V \cdot 10^3$	$Q_2 \cdot 10^7$	$\frac{Q_2}{V} \cdot 10^{-15}$	$T_1$	Megjegyzések
57·8	212·5	907	4·27	10 s	$\tau = 5 \cdot 92 \text{ s}; r_1 + r_2 = 2500, T_2 = 30 \text{ s};$ a condensator hőfoka $18^\circ \text{C}$ .
60·9	229·5	957	4·17	"	
65·9	250·6	1034	4·13	"	
47·8	162·0	750	4·63	"	
73·6	289·0	1154	3·995	"	
76·5	305·2	1200	3·935	"	
79·5	323·2	1247	3·86	"	
79·7	323·2	1248	3·865	"	
85·8	358·8	1347	3·755	"	
88·6	375·2	1392	3·710	"	
90·5	383·2	1417	3·70	"	
69·4	275·2	1087·5	3·955	"	
94·0	404·4	1473	3·645	"	
99·6	432·8	1560	3·61	"	
106·9	468·4	1677	3·58	"	
110·9	494·4	1740	3·535	"	
114·5	508·0	1798	3·54	"	
94·8	404·4	1488	3·68	"	
$r_1 = 2490, r_2 = 10; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1257 \cdot 10^{-7}$					
74·8	697·8	2347	3·365	10 s	
77·5	730·5	2442	3·325	"	
82·5	779·1	2587	3·32	"	
84·0	794·1	2630	3·315	"	
$r_1 = 2480, r_2 = 20; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1258 \cdot 10^{-7}$					
96·3	405·2	1503	3·735	10 s	
104·8	452·4	1649	3·645	"	
115·6	505·2	1822	3·61	"	
$r_1 = 2490, r_2 = 10; R = 5000, c_b = 0 \cdot 1258 \cdot 10^{-7}$					
47·5	405·2	1492	3·685	10 s	
65·8	579·0	2064	3·565	"	
78·8	730·4	2472	3·385	"	
83·1	780·8	2627	3·335	"	
91·5	867·4	2875	3·315	"	
94·5	899·0	2970	3·30	"	
98·5	943·6	3095	3·28	"	
101·8	975·4	3200	3·28	"	
101·5	970·3	3190	3·285	5 s	
101·5	976·4	3190	3·765	20 s	



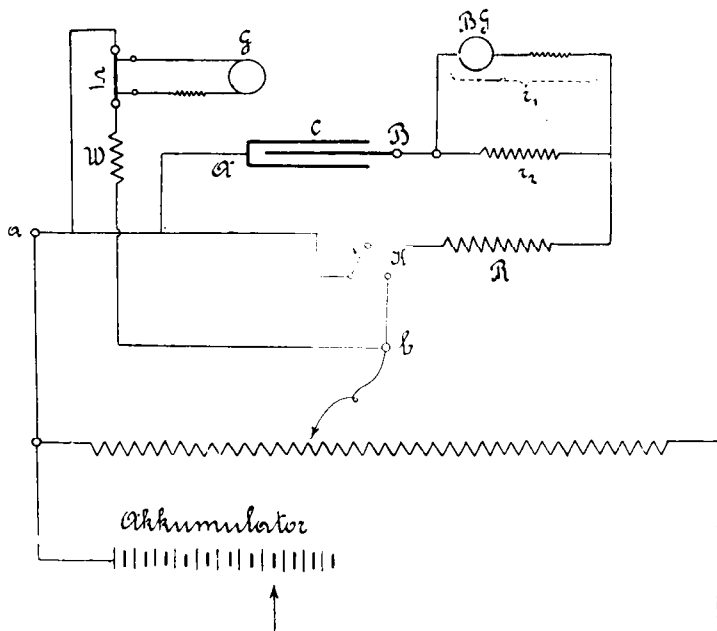
3. ábra.

Közbe-közbe megfigyeltem egyes értékeket  $T_1 = 30^\circ$  és  $T_1 = 60^\circ$ , továbbá  $T_2 = 10^\circ$  és  $T_2 = 60^\circ$  mellett is; ezeknek el-  
térése (a sorozatban közölt értékektől) körülbelül

$$\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{20}{0.009} \frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$$

igénybevételen alúl 2—3 százalékra rúg, ezen fölül 1·5 százalékra csökken és körülbelül  $\frac{100}{0\cdot009} \frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$  igénybevételen túl elenyésző csekély.

A ballisztikus galvanometer lengési ideje — ha csak 5·5-s-nél nagyobb volt — nem volt az eredményre befolyással, nem



4. ábra.

lehetett továbbá érezni az  $R = 0$ ,  $R = 5000$  közötti soros ellenállások befolyását.

Mindez mutatja, hogy a condensatorban felhalmozott energia, igen csekély maradéktól eltekintve, mindenesetre alig 3—4-s-nyi idő alatt változik át hővé, ha a condensatort körülbelül 5000 Ohmnyi, vagy annál kisebb ellenállásokkal zárjuk.

A 3. ábra a III. tábla adataiból szerkesztett  $Q_2$ ,  $V$ , továbbá  $\frac{Q_2}{V}$ ,  $V$  görbéket mutatja; egyúttal megjelöltem az első és második kísérleti sorozatban (1898-ban) felvett adatokat is, a melyek igen jól váganak.

A látható csekély eltérést annak tulajdonítom, hogy a condensator hőfoka talán nem egészen azonos volt, s hogy az első sorozatok óta elmúlt időben a petroleum kioldotta a condensator rétegeiből a papirkátrány egy részét; erre a petroleum erős megsárgulásából következtettem (egyébíránt a petroleum analysise is igazolta).

Igen értékes eredményeket szolgáltatattak azok a kísérletek, a melyeket a töltés és kisülés folyamata alatt beálló rugalmas és viscosus tűnemények vizsgálására az 1900. év tavaszán a II. sz. condensatorral végeztem.

E kísérletek kapcsolási sémáját a 4. ábra mutatja.

A B. G. galvanometernek a töltés, valamint a kisütés alkalmával észlelt  $\partial_1$  és  $\partial_2$  kilengéseiből a  $Q_1$  és  $Q_2$  látszólagos töltési mennyiségeket figyeltem meg. A töltési idő  $T_1 = 25^s$ , a kisütési idő  $T_2 = 30^s$  volt.

A kísérletek alkalmával a ballisztikus galvanometer lengési ideje  $\tau = 9.72^s$  (10500 ohmos kör), illetve  $\tau = 9.85^s$  (zárt kör) volt.

A kísérleteket  $\tau = 5.92^s$  lengési idő mellett is megejtettem, de ekkor az egyes adatok — jóllehet a közölt, 27. sorozatbeli adatokkal nagybórá vágna — szemlátomást nagybó megfigyelési hibával voltak megterhelve.

## IV. tábla.

(II. sz. condensator, 27. kísérleti sorozat.)

$\partial_1$	$\partial_2$	$V \cdot 10^8$	$Q_1 \cdot 10^7$	$Q_2 \cdot 10^7$	$\frac{Q_1}{V} \cdot 10^{-15}$	$\frac{Q_2}{V} \cdot 10^{-15}$	$T_1$	Megjegyzés
$r_1 = 520, r_2 = 10000; R = 0, c_h = 0.1241 \cdot 10^{-7}$								$\tau = 9.72^s$
57.2	52.5	0.339	7.46	6.85	22.0	20.2	25.8	
57.2	52.9	0.339	7.46	6.90	22.0	20.35	"	
79.5	73.3	0.472	10.37	9.57	22.0	20.25	"	
102.2	98.3	0.612	13.32	12.83	21.75	20.95	"	
148.3	139.8	0.876	19.35	18.25	22.10	20.85	"	$\tau = 9.85^s$ $T_2 = 30^s$ ; a condensator hőfoka $17^\circ\text{---}18^\circ \text{ C.}$
$r_1 = 520, r_2 = 2000; R = 0, c_h = 0.161 \cdot 10^{-7}$								
119.5	112.3	1.131	24.25	22.77	21.45	20.15	25.8	
119.8	109.4	1.112	24.30	22.18	21.87	19.95	"	
140.3	127.3	1.296	24.45	25.82	21.90	19.93	"	
$r_1 = 1500, r_2 = 1000; R = 0, c_h = 0.161 \cdot 10^{-7}$								
80.8	72.7	1.487	32.55	29.25	21.9	19.68	25.8	
135.8	124.0	2.53	54.7	49.9	21.6	19.72	"	
198.0	181.5	3.745	79.7	73.1	21.3	19.52	"	
$r_1 = 2300, r_2 = 200; R = 0, c_h = 0.161 \cdot 10^{-7}$								
39.3	35.8	3.75	79.2	72.1	21.2	19.22	25.8	
46.5	42.3	4.53	93.7	85.2	20.68	18.80	"	
51.5	47.4	5.13	103.7	95.4	20.24	18.61	"	
61.4	56.3	6.37	123.5	113.2	19.40	17.78	"	
66.7	61.0	7.20	134.2	122.7	18.65	17.05	"	
74.6	68.4	8.53	150.2	137.7	17.6	16.14	"	
84.6	77.9	10.61	170.2	156.7	16.04	14.77	"	
90.7	83.7	11.98	182.5	168.5	15.22	14.06	"	
96.5	89.0	13.45	194.2	179.0	14.44	13.30	"	
110.3	104.5	17.65	222.2	210.5	12.58	11.93	"	
119.2	113.4	20.48	240.0	228.5	11.73	11.16	"	
131.0	126.7	24.50	263.5	254.8	10.76	10.40	"	
146.8	145.4	30.9	295.5	292.5	9.57	9.47	"	

$\vartheta_1$	$\vartheta_2$	$V \cdot 10^8$	$Q_2 \cdot 10^7$	$Q_2 \cdot 10^7$	$\frac{Q_1}{V} \cdot 10^{-16}$	$\frac{Q_2}{V} \cdot 10^{-15}$	$T_1$	Megjegyzés
$r_1 = 2400, r_2 = 100; R = 0, c_b = 0.161 \cdot 10^{-7}$								
77.8	77.76	34.85	313	313	8.98	8.98	25 s	
84.5	84.2	40.2	340	338.5	8.47	8.43	"	
91.5	91.3	45.9	368.5	368	8.03	8.02	"	
101.2	101.2	54.35	407	407	7.49	7.49	"	
106.5	107.1	58.9	429	431	7.28	7.32	"	
116.5	115.8	66.7	469	466.5	7.03	6.995	"	
131.0	132.9	79.9	527	535	6.59	6.70	"	
143.0	145.7	91.0	575	586	6.325	6.44	"	
155.6	154.6	101.1	626	622	6.19	6.15	"	
$r_1 = 2480, r_2 = 20; R = 0, c_b = 0.161 \cdot 10^{-7}$								$\tau = 9.85 s; T_2 = 30 s; a \text{ condens. hőf. } 18^\circ$
32.9	32.8	111.5	662	660	5.94	5.92	25 s	
36.7	36.9	124.1	738	742	5.72	5.75	"	
38.8	38.9	139.5	780	782	5.59	5.61	"	
41.6	41.7	151.5	837	838	5.53	5.53	"	
45.0	44.8	168.0	905	902	5.39	5.37	"	
41.8	41.7	154.0	842	838	5.47	5.45	"	
45.5	45.3	169.5	915	912	5.40	5.38	"	
48.5	48.5	185.0	975	975	5.27	5.27	"	
51.8	51.5	199.0	1042	1036	5.23	5.21	"	
56.3	56.0	219	1132	1127	5.17	5.15	"	
64.3	63.8	257.5	1298	1283	5.04	4.99	"	
72.6	71.5	296.5	1460	1437	4.93	4.85	"	
87.2	86.3	363.5	1753	1736	4.83	4.78	"	
82.3	81.2	340	1655	1632	4.87	4.80	"	
91.8	90.0	384.5	1847	1810	4.80	4.71	"	
96.5	94.7	407.5	1942	1905	4.77	4.78	"	
102.5	100.8	435.9	2062	2050	4.75	4.71	"	
110.5	108.9	472	2225	2190	4.71	4.65	"	
120.8	117.3	518	2430	2360	4.69	4.56	"	
129.3	126.7	560.5	2600	2550	4.64	4.55	"	
132.5	128.8	573	2665	2590	4.65	4.52	"	
146.5	142.5	639	2950	2865	4.62	4.64	"	
$r_1 = 2490, r_2 = 10; R = 5000, c_b = 0.161 \cdot 10^{-7}$								
76.5	74.3	671	3076	2990	4.59	4.46	25 s	
82.2	79.8	725	3305	3210	4.56	4.43	"	
77.5	74.6	681	3120	3000	4.58	4.41	"	
86.0	84.3	763	3460	3390	4.54	4.38	"	
94.3	91.3	840	3795	3675	4.52	4.38	"	
98.5	96.0	885	3965	3860	4.49	4.36	"	

Az 5. ábrán a 27. kísérleti sorozat adataiból szerkesztett görbéket adom, a melyekből látható, hogy a viscosus és rugalmas, időleges lefolyású utóhatások ez esetben csak

$$\frac{5}{0.009} - \text{és} \quad \frac{40}{0.009} \frac{\text{Volt}}{\text{cm}} - \text{ig}$$

terjedő igénybevételek mellett okoznak tisztán látható eltéréseket a  $Q_1$  és  $Q_2$  görbéi között.

Ha felteszszük, hogy az e hatások okozta hibák pozitív  $\Delta V$  mellett teljesen egyenlők a negatív  $\Delta V$  melletti mérések hibáival, de ellenkező jelűek (a mi igen nagy megközelítéssel áll is), akkor a valóságos töltési görbe a  $Q_1$  és  $Q_2$  görbék között ezektől egyforma távolban haladónak mondható.

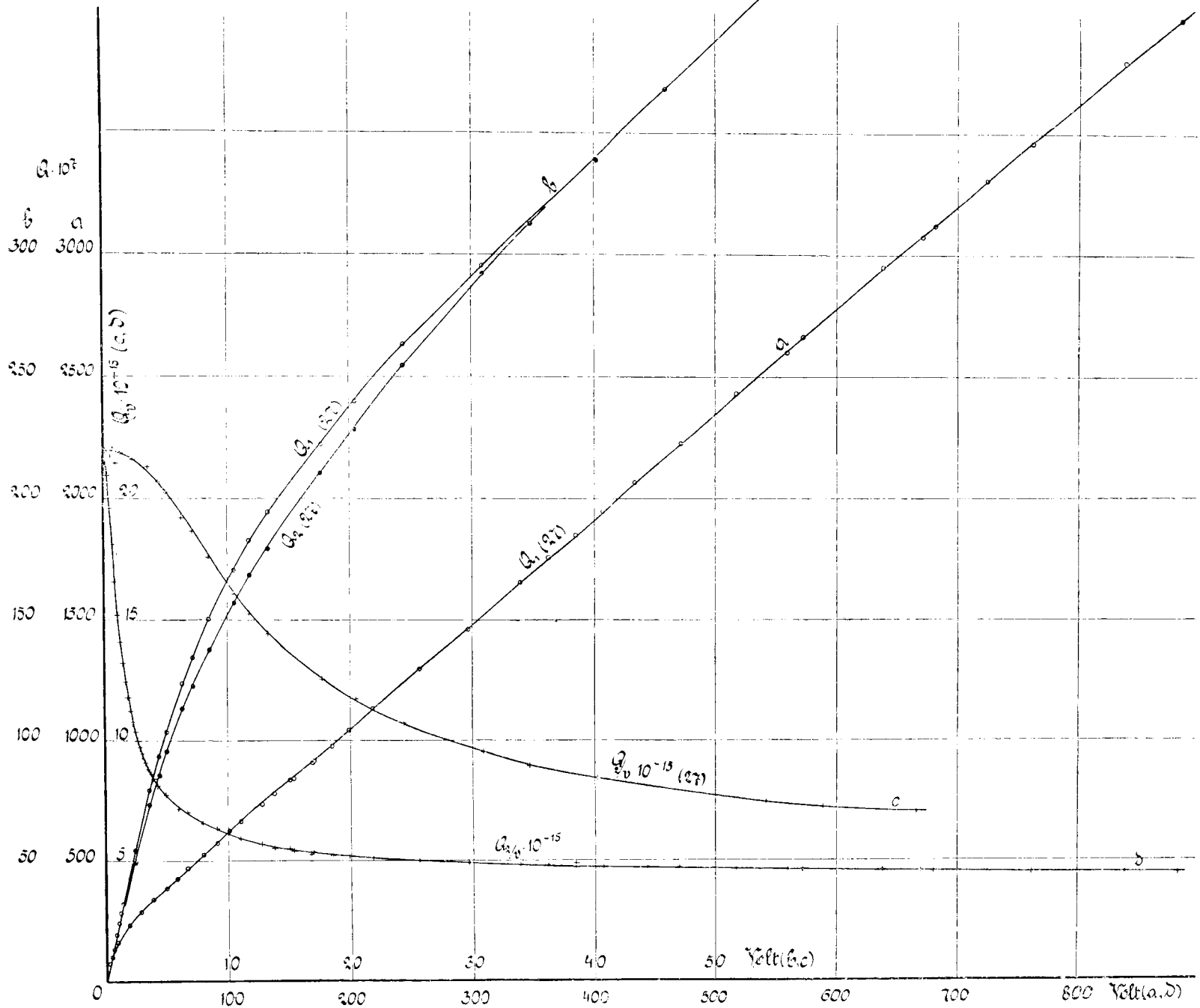
Az 5. ábrából látható, hogy a szóban forgó hibák az említett határok között a  $Q_1$  és  $Q_2$  teljes értékeinek öt százalékát nem haladják meg.

Nagy figyelmet fordítottam a condensatoroknak *igen csekély polarizáló erők behatása alatt való magaviseletére*. Az idevágó kísérletek igen nagy figyelmet igényeltek és csak többszörös megismétlés révén sikerült a zavaró tényezőket kirekesztenem.

A nagyszámú idevonatkozó sorozatból az V. táblában a 21c. sorozatnak adatait mutatom be, melyet 1900 jan. havában végeztem.



Hoor: Ujabb adatok a dielektromos testek fizikájához.





V. tábla.

(II. sz. condensator, 21c. kísérleti sorozat.)

$\vartheta_2$	$V \cdot 10^8$	$Q_2 \cdot 10^7$	$\frac{Q_2}{V} \cdot 10^{-15}$	$T_1$	Megjegyzés
$r_1 = 520, r_2 = \infty; R = 0, c_b = 0.080 \cdot 10^{-7}$					$\tau = 5.80s$ $T_2 = 30s$ , condensator hőfoka $17^\circ C$ .
5.2	0.02157	0.416	19.30	10 s	
7.0	0.0288	0.560	19.44	"	
8.8	0.0357	0.705	19.75	"	
10.6	0.0432	0.848	19.60	"	
15.7	0.0645	1.255	19.53	"	
21.1	0.0865	1.688	19.54	"	
37.4	0.1534	2.99	19.50	"	
53.8	0.2210	4.31	19.48	"	
105.8	0.4325	8.47	19.57	"	
138.5	0.5660	11.08	19.60	"	
$r_1 = 1500, r_2 = 1000; R = 0, c_b = 0.129 \cdot 10^{-7}$					$\tau = 5.92s$
45.2	0.739	14.57	19.7	10 s	
63.4	1.037	20.45	19.72	"	
80.6	1.320	26.0	19.70	"	
114.5	1.900	36.9	19.42	"	
122.5	2.052	39.5	19.25	"	
$r_1 = 2300, r_2 = 200; R = 0, c_b = 0.129 \cdot 10^{-7}$					$\tau_1 = 5.92s, T_2 = 30s;$ a condensator hőfoka $17^\circ C$ .
24.6	2.056	39.7	19.30	10 s	
32.2	2.695	52.0	19.30	"	
38.9	3.25	63.8	19.6	"	
41.8	3.51	67.5	19.2	"	
46.5	3.905	75.0	19.2	"	
47.8	4.03	77.1	19.1	"	
60.5	5.25	97.7	18.6	"	
69.5	6.25	112.2	17.95	"	
85.2	8.27	137.4	16.63	"	
$r_1 = 2400, r_2 = 100; R = 0, c_b = 0.129 \cdot 10^{-7}$					
48.2	10.22	155.5	15.21	10 s	
58.5	14.15	188.7	13.32	"	
55.8	13.07	180.0	13.78	"	
65.8	17.45	212.5	12.17	"	
74.2	21.75	239.5	11.0	"	
86.4	28.45	278.5	9.78	"	
93.5	32.9	301.5	9.16	"	
100.8	37.4	325.5	8.7	"	
109.5	43.45	353.0	8.13	"	
117.5	48.70	379.0	7.79	"	

Ez adatokból láthatjuk, hogy  $0 \cdots \frac{4}{0.009} \frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$ , azaz  $0 \cdots 2.6$  e. s. egységekben mért igénybevételig a  $\frac{Q_2}{V}$  viszony látszólag szabálytalanul ingadozik; az ingadozás a  $\frac{Q_2}{V} = k$  értékek 2.5%-a. Ugyanekkorák a töltési időnek és kisütési időnek 10, 20, 30, 50<sup>s</sup>-re, illetőleg a  $T_2$ -nek 30, 50, 60<sup>s</sup>-re való növeléséből eredő eltérések, úgy hogy e különféle kísérletek alkalmával nyert összes értékek 19.8 és 19.2 között ingadoznak.

Ezekből érthető, hogy azok, a kik ily csekély igénybevételekkel dolgoztak, mindenekelőtt ugyanazon anyagok számára, ugyanazokban az elrendezésekben többé-kevésbé állandó és néhány százaléknyi (megfigyelési hibának tartott) eltéréstől eltekintve, a  $k$ -t a  $\frac{\partial V}{\partial n}$ -től függetlennek találták.

Az eltérésekben törvényszerűséget nem tudtam felfedezni, de azt merem következtetni, hogy a dielektromos állandó igen kicsiny igénybevételek mellett, körülbelül a  $\frac{0.015}{0.009} \frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$  alul esőkönő igénybevételnél csökkennek. Azt tartom azonban, hogy a görbe e részének pontos megállapítása előreláthatólag leküzdhetlen nehézségekbe fog ütközni.

#### 4. A condensatorok kisülési görbéi.

Az előzőleg ismertetett látszólagos  $\frac{Q}{V}$  értékekben rejlő *viscosus* és *rugalmas* folyamatokból eredő hatásokat a condensatorok kisülési görbéiből iparkodtam megismerni.

Habár az előző adatokból látható, hogy a megvizsgált dielektrikumban a *viscosus* és *rugalmas* hatások együttesen csak relative kis eltéréseket okozhatnak a látszólagos és valóságos  $k$  görbéi között, szükségesnek tartottam azt, hogy az előző adatokban elért megközelítés fokáról más módszer révén is tájékozódjam.

E célból az I. és II. condensatorokat  $T_1 = 5, 10, 20, 30, 40$  másodpercig töltve, megszakítottam a condensator és a polarizáló elektromotoros erő közötti összeköttetést és az időt a megszakítás

pillanatától mérve megfigyeltem a condensatorhoz kapcsolt elektrometer segítségével az egyenlő időközökben beálló csökkenéseit az elektromotoros erőnek.

Megfigyeltem tehát a megszakítás pillanatától számított 5, 10, 15 stb. másodperc végén való condensator-feszültséget és ez értékekből, valamint az időből megszerkesztettem a saját szigetelő ellenállásán keresztül lassan kisülő condensator elektromotoros erejének görbéjét.

Valamely állandó  $C$  kapacitású, állandó  $\epsilon$  szigetelő ellenállású, önmagában kisülő condensator elektromotoros ereje logaritmikus görbe alakjában fogy. A kisülés megindulásának pillanatában uralkodott  $V_0$  potenciálkülönbség és az ettől számított  $t$  időben beálló  $V_t$  elektromotoros erő közötti viszonyt tehát ez esetben

$$\log \text{nat} \frac{V_0}{V_t} = \frac{t}{C \cdot \epsilon}$$

képlet adja. Ha tehát az ilyen condensatoron észlelt  $\frac{V_0}{V_t}$  értékeinek logaritmusait valamely coordinatarendszer ordinatatengelyére, a megfelelő  $t$  időt az abscissa-tengelyre visszszük, egyenes vonal ábrázolja az összefüggést.

Ha most már valamely condensator elektromotoros erejének *tételes* görbéjét rajzoljuk fel az ordinatarendszerben és az e görbe értékeiből számított  $\log \frac{V_0}{V_t}$  értékekkel szerkesztjük meg a  $t$  görbét, ez utóbbinak az egyenestől való eltéréseiből következtetést vonhatunk a condensator kisülése közben beálló  $k$  változásokra és a viscosus és rugalmas hatásokra.

Az ez irányban folytatott kísérletekkel kapcsolatban megállapítottam a kisülés közben beálló  $V_0, V_t \dots$  stb. elektromotoros erőknek megfelelő  $Q_0, Q_t$  stb. töltéseket, oly módon, hogy a kisülési folyamat 0,  $t$  stb. pillanatában megszakítottam a lassú kisülési folyamatot, illetőleg a ballisztikus galvanometeren át zártam a condensatort és megfigyeltem az áthaladó  $Q$  elektromos mennyiséget.

Az így nyert  $V_0, V_t \dots$  és  $Q_0, Q_t \dots$  értékekből számított  $\frac{Q_0}{V_0}, \frac{Q_t}{V_t}$  értékeket ezután összehasonlítottam az első módszer

szerint nyert értékekkel. Az elektromotoros erőt tükrös elektrometerekkel mértem és megfigyeltem az elektrometerek csillapítási fokának és lengési idejének az eredményekre való befolyását. Azt találtam, hogy a kísérletekből tisztán látható és szabálytalan eltérések folytán kiselejteznem kell mindazon pontokat, melyek körül az elektrometerek  $\partial$  kilengéseinek  $\Delta\partial$  differenciáljai és az idő  $\Delta t$  differenciáljai közötti viszony az elektrometer lengési sebességének egész többszöröse volt. E pontok, akárhányszor ismételttem meg a kísérleteket, mindenkor kiváltak a többi pont adta görbékből.

A következő VI. tábla a 10. kísérleti sorozatnak, a VII. tábla a 13. sorozatnak, a VIII. tábla a 17. f. sorozatnak adatait mutatja, melyeket az 1899. év tavaszán és őszén végeztem.

### VI. tábla.

(I. sz. condensator, 10. kísérleti sorozat.)

$V_t \cdot 10^8$	A ball. galv. $t$ időben való kilengése $\partial_t$	$Q_t \cdot 10^7$	$\frac{Q_t}{V_t} \cdot 10^{-15}$	A kistülés kezdeté óta elmult idő: $t$	Megjegyzés
500	113.5	1787	3.575	0 s	$C_0 = 0.1258 \cdot 10^{-7}$ $T_0 = 30$ s $C_1 = 5.92$ , $C_2 = 25.00$ $C_1 = 2480$ , $C_2 = 20$ , $R = 5000$ A condensator hőfoka $16.5^\circ \text{C}$ . Időmérés chronographiával történt
462	106.5	1676	3.63	5 s	
421	98.0	1542	3.665	10 s	
392	92.5	1455	3.71	15 s	
363.5	87.0	1368	3.765	20 s	
314	78.0	1227	3.91	30 s	
272	68.0	1070	3.94	40 s	
239	62.2	980	4.10	50 s	
216	56.8	894	4.14	60 s	
177	49.5	779	4.40	80 s	

## VII. tábla.

(I. sz. condensator, 13. kísérleti sorozat.)

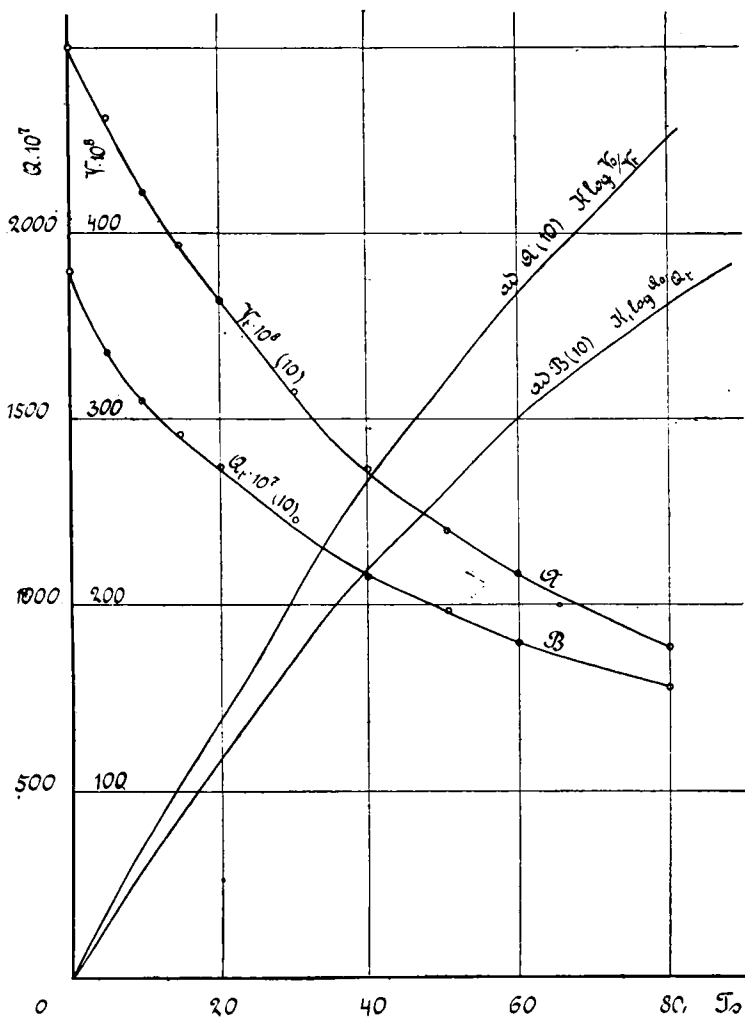
$V_t \cdot 10^8$	$\partial_t$	$Q_t \cdot 10^7$	$\frac{Q_t}{V} \cdot 10^{-15}$	$t$	Megjegyzés
389·4	92·0	1440	3·70	0 s	$\tau = 5 \cdot 92 \text{ s}$ ; $r_1 + r_2 = 2500$ $r_1 = 2480$ ; $r_2 = 20$ ; $R = 5000$ $T_2 = 30 \text{ s}$ ; hőfok $17^\circ \text{ C}$ . $c_b = 0 \cdot 1253$ ; $10 \cdot 7$ időmérés metronommal
362·5	87·0	1363	3·76	5 s	
336·0	81·2	1272	3·78	10 s	
312·5	77·0	1207	3·865	15 s	
388·3	72·3	1133	3·93	20 s	
362·0	67·0	1050	4·01	30 s	
234·3	61·8	968	4·13	40 s	
207·5	55·5	870	4·19	50 s	
184·2	51·1	802	4·35	60 s	
159·6	45·1	707	4·43	80 s	

## VIII. tábla.

(I. sz. condensator, 17. f. sorozat.)

$V_t \cdot 10^8$	$\partial_t$	$Q_t \cdot 10^7$	$\frac{Q_t}{V} \cdot 10^{-15}$	$t$	Megjegyzés
64·6	128·5	402	6·225	0 s	$\tau = 5 \cdot 92 \text{ s}$ ; $r_1 = 2400$ ; $r_2 = 100$ $R = 5000$ ; $c_b = 0 \cdot 1252$ ; $10 \cdot 7$ $T_2 = 30 \text{ s}$ ; időmérés metronommal hőfok $17 \cdot 5^\circ \text{ C}$ .
62·0	121·8	381·5	6·15	5 s	
58·25	116·5	365	6·27	10 s	
55·0	112·0	350·5	6·38	15 s	
52·1	108·0	338·0	6·49	20 s	
47·1	99·9	313	6·65	30 s	
43·3	94·0	294·5	6·81	40 s	
40·15	88·0	275·5	6·86	50 s	
37·15	83·8	262·5	7·07	60 s	
31·25	75·0	235	7·53	80 s	

Az előző VI—VIII. táblákban foglalt adatokat a 8. sorozatból vett adatokkal összehasonlítva láthatjuk, hogy a két



6. ábra.

módszerből nyert adatsor igen kielégítő módon közeledik egymáshoz.



A 6. ábra a VI. táblából szerkesztett görbéket, valamint a  $\log \frac{Q_0}{Q_t}$ ,  $t$  és  $\log \frac{V_0}{V_t}$ ,  $t$  görbéket mutatja; látjuk, hogy ez utóbbiak eltérnek az egyenestől.

A 6. ábrán, mely magas elektromos erőből kiinduló kisütési folyamatot ábrázol, kezdetben a  $k$  közeli állandóságánál fogva a magas feszültségeknek megfelelő része a logaritmikus görbének egyenes, és csökkenő elektromotoros erőknél mindig jobban és jobban eltér az egyenestől az abscissa ( $t$ ) tengely felé.

A  $\frac{Q_0}{Q_t}$  és  $\frac{V_0}{V_t}$  értékek logaritmusa tehát lassabban növekszik az időnél, azaz a  $t$  időpontokban a  $Q_t$  és  $V_t$  értékek nagyobbak, mint a milyeneknek állandó  $k$  mellett lenniök kellene.

Az e kísérletekből levonható egyéb tanulsággal következő közleményemben fogok behatóan foglalkozni. Csak azt hangsúlyozom, hogy e kísérletek az előző csoportbeli kísérletekkel egyezően bizonyítják, miszerint a megfigyelt látszólagos  $\frac{Q}{V}$  értékek a valóságos értékekhez igen közel állanak.

### 5. A condensatorok $\frac{\Delta Q}{\Delta V}$ görbéinek meghatározása.

Az előző adatok ellenőrzésére végre meghatároztam a vizsgálatba fogott condensatorokat polarizáló elektromotoros erőnek  $\Delta V$  változásai következtében beálló  $\Delta Q$  töltés változásokat, és megfigyeltem egyúttal a  $\Delta V$  változás tartamának befolyását a megfelelő megfigyelt  $\Delta Q$ -ra vonatkozólag. E mellett figyeltem arra, hogy a  $\Delta V$  változás tartama a ballisztikus galvanometer lengési idejének felét meg ne haladja.

Az idevágó kísérleteket még nem fejeztem be teljesen és még többször kell azokat megismételnem, hogy végleges véleményt alkothassak.

Mindazonáltal a  $\Delta Q$  és  $\Delta V$  értékekből szerkesztett  $Q$  és  $V$  görbéket, illetőleg a megfelelő adatokat már most közlöm, mert ellentétben az eddig elterjedt nézettel világosan bizonyítják, hogy

$\frac{\Delta Q}{\Delta V}$  sem állandó érték, és az egész töltési görbén végig változtatja (legalább ebben az esetben) értékét.

E kísérleteket oly módon végeztem, hogy a  $V$  értékeket megfelelő rheostatsoporttal (l. a 4. ábrát) változtattam, és a condensator töltő körébe kapcsolt ballisztikus galvanometer kilengéseit megfigyeltem; a kísérleti elrendezés különben a 4. ábrán előtüntetett elrendezéssel azonos volt.

A IX. tábla a 26. ilyen sorozat adatait szolgáltatja, a melyet az 1900. év tavaszán a II. sz. és tiszta petroleummal újból megöltött evakuált condensatorral végeztem.

### IX. tábla.

(II. sz. condensator, 26. kísérleti sorozat.)

Kezdő elektromotoros erő 391 Volt.

A ball. galv. kilengése $\vartheta$	$\Delta Q \cdot 10^7$	$\Delta V \cdot 10^8$	Megjegyzés
$r_1 = 2300, r_2 = 200; R = 5000, c_b = 0.161 \cdot 10^{-7}$			$\tau = 9.85^s$ hőfok $17.5^\circ \text{C.}$
60.8	122.25	29.5	
67.0	134.75	31.0	
42.3	85.2	21.5	
57.2	115.0	24.0	
80.6	162.2	36.5	
45.5	91.6	20.5	
40.0	80.5	18.0	
46.7	94.0	20.5	
25.4	51.1	10.5	
39.0	78.5	16.5	
46.9	94.3	20.4	
45.2	91.0	17.4	
46.0	92.5	16.9	

A ball. galv. kilengése $\vartheta$	$\Delta () \cdot 10^7$	$\Delta V \cdot 10^8$	Megjegyzés
$r_1=1500, r_2=1000; R=5000, c_0=0\cdot161\cdot10^{-7}$			$\tau=9\cdot85; \text{ hőfok } 17^\circ \text{ C.}$
128·4	51·7	8·8	
145·0	58·4	9·0	
97·5	69·25	6·0	
159·2	64·0	9·1	
174·0	70·0	9·1	
99·5	40·05	4·8	
116·3	46·8	5·4	
85·1	34·25	3·9	
92·3	37·12	4·0	
124·5	50·1	5·0	
100·1	40·3	3·9	
134·4	54·1	5·0	
157·6	63·4	5·9	
142·8	57·5	5·0	
154·0	62·0	4·9	
156·7	63·0	5·16	
108·1	43·5	3·27	
114·5	46·1	3·20	
113·2	45·55	3·31	
118·0	47·50	3·16	
115·1	46·3	3·08	
108·1	43·5	3·36	
113·0	45·4	4·66	
63·7	25·6	3·22	
89·3	35·9	5·38	
117	47	3·1	
72·2	29	3·7	
117	47·0	8·5	
136·7	55·0	7·5	
124·3	50·0	9·4	
136·7	55·0	9·4	
144·3	58·0	15·4	
139	56	11·7	
239	96·0	14·9	

A ball. galv. kilengése $\vartheta$	$\Delta Q \cdot 10^7$	$\Delta V \cdot 10^8$	Megjegyzés
$r_1 = 2300, r_2 = 200; R = 5000, c_b = 0.161 \cdot 10^{-7}$			$\tau = 9.85; \text{ hőfok } 17^\circ \text{ C.}$
30.85	62.0	14.8	
21.9	44.0	15.3	
46.1	92.75	21.1	
34.8	70.05	15.5	
18.1	36.42	9.0	
29.0	58.35	12.5	
77.3	155.5	33.5	
108.4	218.0	50.0	
51.0	102.5	23.5	
89.5	180.0	40.5	
99.1	199.3	47.0	

Végértéke az elektromotoros erőnek  $V = 388$  Volt.

A IX. tábla adatait a 7. ábra leszálló görbéje mutatja; a felszálló symmetriás görbét melléje rajzoltam.

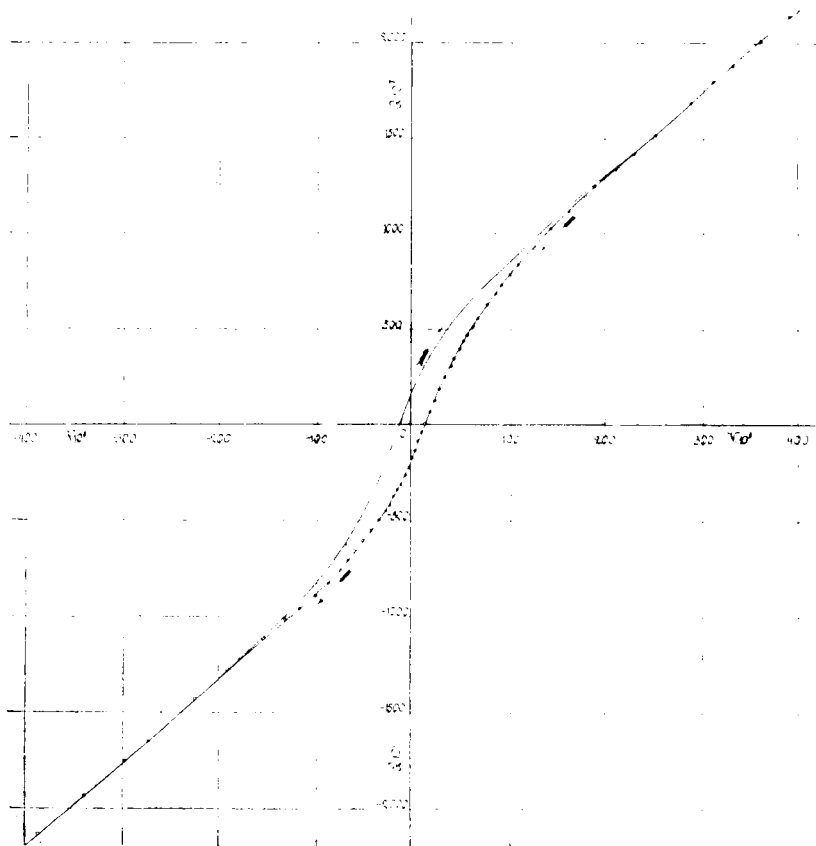
Mindez adatok alapján tisztán kiviláglik, hogy a megvizsgáltam dielektromos testnek dielektromos «állandója» nem állandó érték, hanem függ a  $\frac{\partial V}{\partial \mu}$  elektrosztatikai igénybevételtől, és igen tág határok között változik.

E kísérleteket elméleti szempontból következő közleményemben fogom megvilágítani a váltakozó elektromotoros erőkkel végzett kísérletek eredményeivel kapcsolatban.

Itt csak annyit említek meg, hogy a 44.8~-sal váltakozó elektromotoros erőknek megfelelő áramerősség (négyzetes középérték) teljesen egyezik az 1—27. kísérleti sorozatokból számított értékekkel, a mi megint csak a megfigyelések nagy megközelítése mellett szól.

Remélem, hogy a közel jövőben más anyagokra vonatkozólag végezett és folyó kísérleteimet összefoglalhatom és örülnék,

ha dolgozatommal a szaktársakat ez irányban való kísérletezésre indítanám.



7. ábra.

Köszönetet mondok végre ZELEWSKI SÁNDOR és PONTECORVO LELLO uraknak, a kik a megfigyelésekben segítségemre voltak.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 június 18.-án tartott üléséből.)



## NEHÁNY ÁSVÁNYRÓL, FŐKÉP CEYLON SZIGETÉRŐL.

MELCZER GUSZTÁV-tól.

(III. tábla.)

### CHRYSOBERYLL.

*Bevezető.* A chrysoberyllre vonatkozó irodalom nem terjedelmes, mivel ez az ásvány aránylag ritkán fordul elő s akkor is részben másodlagos termőhelyen, legömbölyödött kristályokban. Kritikával először HÄNDINGER tárgyalta kristálygeometriai konstansait az alexandrit pleochroismusáról szóló dolgozatában.\* Ebben kimutatja, hogy a PHILLIPS adta szögek és a MOHS elemeiből számolt szögek közt nagy eltérések vannak s hogy a DESCLOITZEAUX közölte mérések csak közelítőeknek tekinthetők, s azután közli a maga méréseit, melyeket egy (valószínűleg braziliai) kristályon már régebben tett s ezek alapján felállítja azt a tengelyarányt (0.4700 : 1 : 0.5800), melyet a későbbi bűvárok, nevezetesen KOKSCHAROW, KLEIN, CATHREIN és BAUER elfogadtak s a mely ennek következtében általánosan szerepel a mineralogiai kézikönyvekben. MILLER az ő mineralogiájában 14 formát közöl a chrysoberyllről; az ő alapszögeiből számítva a chrysoberyll tengelyaránya 0.4701 : 1 : 0.5802. A chrysoberyll orosz előfordulásaival KOKSCHAROW foglalkozott behatóan,\*\* legtöbb mérését azonban braziliai kristályokon végezte, minthogy az orosz kristályok pontos mérésekre általában nem alkalmasok. Ezen értekezésében foglalkozik az alexandrit ikertörvényével is, a mire HESSENBERG egyik dolgozatában felszólította s e kérdésben arra az eredményre jut, hogy a két egyénből álló ikrek {031} szerint képződött ikrek,

---

\* Pogg. Ann. 1849, II, 17. 228.

\*\* Mat. Min. Russl. IV, 54. és X, 238.

a több egyénből álló ösmeretes alexandritek azonban  $\{011\}$  szerint nőtt penetratiós ikrek, míg HESSENBERG azt találta,<sup>1</sup> hogy a hasonló amerikai kristályok juxtapositiós ikrek  $\{031\}$  szerint. KOKSCHAROW később még kicsiny, szívformájú chrysoberyll-ikreket írt le a Sanarka folyó környékéről.<sup>2</sup> A chrysoberyll ikertörvényével továbbá FRISCHMANN is foglalkozott.<sup>3</sup> Szerinte úgy a szibériai, mint az amerikai több egyénből álló ikrek kettős ikrek juxtaposíciójából magyarázhatók. Ugyancsak juxtapositiós ikreknek írja le WILK a helsingforsiakat.<sup>4</sup> Az alexandrittal továbbá KLEIN és CATHREIN foglalkozott. Az előbbi<sup>5</sup> néhány új formát állapít meg és a mért szögeket összehasonlítja a HAIDINGER tengelyarányából számoltakkal; CATHREIN<sup>6</sup> azonkívül még az ikertörvénynyel is foglalkozik. Azon megfigyelésből, hogy az  $\{111\}$ -lappárok sohasem esnek egy síkba s hogy a két egyénből álló ikreket kifejlődés (habitus) tekintetében átmeneti alakok kötik össze az ösmeretes nagyobb alexandritekkel, azt következteti, hogy az utóbbiakra nézve is egy  $\{031\}$ -lapot kell ikersíknak tekinteni, de hogy vajjon penetratiós vagy juxtapositiós ikrek-e ezen lap szerint, a tökéletlen kifejlődés miatt nem dönthette el. A legutóbbi időben még JEREMJEW foglalkozott az alexandrittal.<sup>7</sup> Ikersíknak megint mindkét formát  $\{011\}$  és  $\{031\}$  hozza fel s azonkívül említ  $\{111\}$  szerint való ikreket is. Ceyloni chrysoberyllt eddig csak BAUER írt le,<sup>8</sup> nevezetesen egy egyszerű kristályt a következő formákkal:  $a\{100\}$ ,  $b\{010\}$ ,  $s\{120\}$ ,  $o\{111\}$  és  $u\{121\}$ . A chrysoberyll optikai tulajdonságaival HAIDINGEREN<sup>9</sup> kívül (Pleochroismus) főképp DESCLOITZEAUX foglalkozott.<sup>10</sup> Prizmák segítségével meghatározta a törésmutatóit sárga fényben és különböző lemezekben azt találta, hogy az optikai tengelyek szöge egy és ugyanazon fénynemre nézve

<sup>1</sup> Min. Not. Neue Folge I, 24.

<sup>2</sup> Mat. Min. Russl. V, 113.

<sup>3</sup> Sitzungsber. k. bayr. Ak. d. Wiss. 1867, I, 429.

<sup>4</sup> N. Jahrb. f. Min. 1869, 356.

<sup>5</sup> N. Jahrb. f. Min. 1869, 548. és 1871, 479.

<sup>6</sup> Zeitschr. f. Kryst. 6, 257.

<sup>7</sup> Ref. Zeitschr. f. Kryst. 32, 427.

<sup>8</sup> N. Jahrb. f. Min. 1897, II, 106.

<sup>9</sup> Id. m.

<sup>10</sup> Sur l'emploi des propr. opt. 1. 59. és 2. 28.



különböző lehet. Ez utóbbi tény magyarázatául föltételezi, hogy kétféle chrysoberyll-anyag létezik, a melyek egymással főkép két-féle keveréket adnak.

\*

Ezen említett munkák tanulmányozása arra a belátásra vezet, hogy ezen ásvány fizikai tulajdonságai még nincsenek kellő módon földerítve. A mi mindenekelőtt a *tengelyarányt* illeti, ennek megállapítására Haidinger mérései, bármily gondosak legyenek is, nem tekinthetők kielégítőeknek. Mindössze két szöget mért egy kristályon és a sokszorosán ismételt egyes mérések közt való maximális eltérés 7, illetve 14 percz volt. A Kokscharow mérte kristályok, mint ő közli, jól tükröztek ugyan, sőt részben igen jól, de -- mint az alábbi táblázatból, melyben az ő főbb szögei és Haidinger két szöge is befoglaltatnak, látható -- a megegyezés a mért és a Haidinger tengelyarányából számolt értékek közt nem felel meg a lapok e jó kifejlődésének:

	mérve		számolva
$ar = (100):(130) =$	$54^{\circ}39\frac{3}{4}'$	(Haid.)	$54^{\circ}39\frac{3}{4}'$
$ao = (100):(111) =$	$\begin{cases} 43 & 8 \\ 43 & 6 \end{cases}$	$\begin{matrix} \text{(Haid.)} \\ \text{(Kokscharow)} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 43 & 8 \\ 43 & 6 \end{matrix}$
$oo = (111):(\bar{1}\bar{1}1) =$	40 12	(Kokscharow)	40 7
$bi = (010):(011) =$	59 54	(Kokscharow)	59 $53\frac{1}{4}$
$ax = (100):(101) =$	39 $51\frac{1}{4}$	(Kokscharow)	39 $11\frac{1}{4}$

és nevezetes még, hogy a prizmaövből szögeket nem közöl, holott ez az öv úgy a braziliai, mint a takovajai kristályokon jobban mérhető, mint a terminális lapok. A későbbi mérések (Klein, Cathrein, Bauer, Kretschmer \* BrugnateLLi \*\*) csak formahatározó értékkel bírnak, mivel a kristályok, a melyeken történtek, pontos mérésekre nem voltak alkalmasok.

A kellő anyag tökéletlenségénél fogva a chrysoberyll iker-törvénye sincs még biztosan megállapítva. Kokscharow, mint említettem, két törvényt vesz fel, de ezekre vonatkozólag mért szögeket nem közöl, épp oly kevésbé, mint Hessenberg, Frischmann és Wilk, a kik szerint a chrysoberyll-ikrek juxtaposíciós ikrek

\* Min. u. petr. Mitth. 1895, 14. 183.

\*\* Zeitschr. f. Kryst. 32, 81.

(mert FRISCHMANN azon föltevése, hogy az alexandritek hat, kettős ikerből álló csoportok, mely ikrek  $\{010\}$  lapjaikkal nőttek össze, tulajdonkép azonos hat egyes kristály juxtaposíciójával  $\{031\}$  szerint). CATHREIN mért néhány ikerszögletet, de ezek tetemesen eltérnek a számoltaktól; végre JEREMJEW sem közöl mért ikerszögleteket.

Optikai tekintetben csak a tengelyek szöge ismeretes kellőleg DESCLOIZEAUX vizsgálataiból; a törésmutatókra vonatkozólag csak egy pontosabb meghatározás létezik ezen szerzőtől és ez is csak egy fényneimre vonatkozik.

A mondottakból önként folyik, hogy nagy örömmel fogtam annak a szép chrysoberyll-anyagnak vizsgálatához, a melyet dr. GRÜNLING müncheni muzeumi őr egyebek közt Ceylon szigetén gyűjtött s a melyet dr. GROTH tanár szívesességéből az ő intézetében megvizsgálhattam. Kedves kötelességet teljesítek, midőn e helyen is őszinte köszönetet mondok a nevezetteknek.

\*

*A ceyloni chrysoberyll formái és tengelyaránya.* A nevezett anyag két sárgászöld, átlátszó kristályból állott, a melyek közül az első körülbelül 2 cm. nagy és majdnem köröskörül kifejlődött (1. és 2. ábra), a másik valamivel kisebb és csak egyik felével kifejlődött (4. ábra), továbbá hat kristálytöredékből, a melyeken azonban szintén van néhány vagy számos, többnyire tökéletesen tükröző lap. Az említett két kristály határozottan kifejlődött iker és a töredékeken is látható egy vagy több ikerhatár. Mielőtt azonban az ikerösszenövés módjával foglalkoznám, röviden a formákat akarom leírni.

A megfigyelt formák sorozata a következő: \*

$a \{100\}$		$o \{111\}$
$b \{010\}$	$\star / \{210\}$	$u \{121\}$
$c \{001\}$	$m \{110\}$	$\star / \{10.1.10\}$
	$s \{120\}$	$\star g \{515\}$
$x \{101\}$	$r \{130\}$	$\star h \{313\}$
$i \{011\}$	$\star q \{140\}$	$\star p \{232\}$
$k \{021\}$		

\* A következőkben megtartottam a chrysoberyllnek azt a fölállítást és azon betűit, a melyek DANA kézikönyvében foglaltatnak, mivel ezek a legszokottabbak.

E formák, a melyek közül különösen  $a$ ,  $o$  és  $x$ , részben  $b$  és  $c$  uralkodnak és megszabják a habitust, az  $a$ ,  $b$ ,  $s$ ,  $o$  és  $n$  formákon kívül valamennyien újak a ceyloni előfordulásra és a csillaggal jelöltek a chrysoberyllre általában is; ez utóbbiak közül a piramisok ritkák, mert csak egy-egy keskeny lappal találtam őket. Különösen jellemző e ceyloni kristályokra a  $c\{001\}$  jelenléte, mely forma más előfordulások kristályain rendszeren hiányzik és csak KLEIN figyelte meg takovajai kristályokon, míg itt részben igen nagy lapokkal van jelen, a melyeken rendszeren látni egymástól messze álló, az  $a$  tengelylyel parallel rovátkákat. A  $b\{010\}$ -lapokon is rendszeren látni rovátkosságot a prizmaövvel egyközesen. Az  $x\{101\}$  forma is állandóan jelen van e kristályokon, míg a braziliai és orosz kristályokon ritka. A legtöbb lap, különösen az  $a$ ,  $o$ ,  $x$ ,  $s$ ,  $r$  formaké igen jól tükröz s a kristályok tökéletes kifejlődése abból is látható, hogy az a rovátkosság, mely a chrysoberyllen az ikerk egyes egyéneire nézve közös  $a\{100\}$ -lapokon állandóan jelen van ( $//$  a  $c$  tengelylyel), itt oly finom, hogy csak kézi nagyítóval látható jól és a mérést nem zavarja, továbbá e lapoknak az egyes egyénekhez tartozó részletei aránylag igen pontosan egy síkba esnek (maximalis eltérés két ilyen lapon  $1\frac{1}{2}'$ ), míg az alexandriten gyakran ki- és beugró szögleteket alkotnak. Hogy azonban ezen említett csekély eltérés se zavarja a mérést, az  $ax$ ,  $ao$  és  $a:\{hko\}$  szögletek mérésekor az  $a\{100\}$  lapból csak az illető másik lapnak megfelelő részletet használtam s a többit viasszal befödtem.

A méréseket egy FUSS-féle II. sz. goniometerrel végeztem s a tengelyarány megállapítására használt alapszögletek nagy részét még ugyane czég nagy goniometerével is mértem, melyet, mint az előbbit is, előbb a szokott módon rectificáltam. Az  $ao$ ,  $ax$  és  $ox$  mért szögletek középeiből, az  $oo = (111) : (111)$  iker-szögletnek (l. 10. lap) különös tekintetbe vételével e ceyloni kristályok tengelyaránya:  $0.4707 : 1 : 0.5823$ . Ez az ikerszöglet tudniillik a többiekkel együtt a tengelyarány megállapítására különösen alkalmas, mivel annak változásával jelentékenyen változik és ez a szöglet 5 kristályon (12 élen) igen jól volt mérhető. A lapok említett tökéletes tükrözése következtében a mért szögek igen jól egyeznek az ezen tengelyarányból számoltakkal; kivételt főképp

a *ci* szöglet tesz, de a megfelelő *c* lap, mint a többi kristályok *c* lapjai is, rosszul tükrözött. A táblázatban a mért szögek határértékei helyett a  $\pm d$  rovatban az egyes mért szögek s a belőlük képezett közép közt való különbségek számtani közepei vannak adva; mint egyszerű megfontolásból látni, e különbségek az *n* rovatban foglalt értékekkel együtt (a mért élek száma) sokkal jellemzőbbek arra nézve, hogy az illető forma mily pontossággal volt mérhető illetve meghatározható, mint a mért szögek határai.

	mérve	<i>kr</i> <sup>1</sup>	<i>n</i>	$\pm d$	számolva (0.4707 : 1 : 0.5823)
<i>al</i> = (100) : (210)	= 13° 12' 1/2'	1	2	2 1/2'	13° 14' 37"
<i>am</i> = (100) : (110)	= 25 11 1/2	2	3	1 1/2	25 12 23
<i>as</i> = (100) : (120)	= 43 15 1/2	2	5	1 1/3	43 16 16
<i>ar</i> = (100) : (130)	= 54 42 1/2	1	3	2 1/2	54 41 43
<i>sr</i> = (120) : (130)	= 11 25 3/4	2	2	1 1/4	11 25 27
<i>aq</i> = (100) : (140)	= 61 58 3/4	1	2	1 1/4	62 1 34
<i>ab</i> = (100) : (010)	= 89 59 1/2	2	2	1 1/2	90 0 0
<i>ac</i> = (100) : (001)	= 90 1 3/4	1	2	3/4	90 0 0
<i>ci</i> = (001) : (011)	= 30 19	1	1	—	30 12 44
<i>ax</i> <sup>2</sup> = (100) : (101)	= 38 57	4	10	1 1/2	38 57 1
<i>ao</i> <sup>3</sup> = (100) : (111)	= 43 5 1/2	3	17	1 1/2	43 5 18
<i>oo</i> <sup>4</sup> = (111) : (111)	= 40 12 1/2	6	18	1 1/4	40 12 40
<i>on</i> = (111) : (121)	= 16 5	3	3	1 1/4	16 6 11
<i>os</i> = (111) : (120)	= 39 52 1/2	1	2	1 1/4	39 52 54
<i>oi</i> = (111) : (011)	= 46 56	1	1	—	46 54 42
<i>of</i> = (111) : (10.1.10)	= 18 3 1/2	1	1	—	18 0 33
<i>og</i> = (111) : (515)	= 16 12	1	1	—	15 55 6
<i>oh</i> = (111) : (313)	= 13 5	1	1	—	13 8 55
<i>op</i> = (111) : (232)	= 8 35	1	1	—	8 39 55

A *brazíliai és takovajai chrysoberyll tengelyaránya*. Mint-hogy a *ceyloni chrysoberyll-kristályok* ezen tengelyaránya, mely-

<sup>1</sup> *kr* = a mért kristályok száma.

<sup>2</sup> illetve 90°—1/2 *ax*.

<sup>3</sup> illetve 90°—1/2 *oo*.

<sup>4</sup> illetve 2 *ox*.

ben az  $a$  tengely értéke  $\pm 0.0002$ , a  $c$  tengelyé pedig  $\pm 0.0003$ -ig biztosnak tekinthető, meglehetősen eltér az eddig általánosan használt Haidinger-féletől, Groth tanár szives engedelmével megvizsgáltam erre vonatkozólag a kir. bajor áll. ásványgyűjteményben meglevő braziliai és takovajai chrysoberyll-kristályokat. Ez utóbbiak nem voltak jól mérhetőek, a braziliaiakból azonban két kis szívformájú ikret, három egyes kristályt és öt töredéket mérhettem, mely utóbbiakon többnyire a prizmaöv van kifejlődve. A terminális lapok azonban e braziliai kristályokon nincsenek oly jól kifejlődve, mint a kérdés megoldása szempontjából kívánatos lenne. Segített ez ügyben SELIGMANN G. Coblenzben, a kinek szivességéből az ő nagybecsű gyűjteményéből megvizsgálhattam 10 braziliai kristályt (két iker és nyolcz egyszerű) és 15 takovajai kristályt (legtöbbje apró kettes-iker), a melyek közül nagy örömömre nemcsak az előbbieket, hanem az utóbbiak is nagyrészt jól voltak mérhetőek. Legyen szabad e helyen is SELIGMANN-nak ezen szép anyag megvizsgálhatásaért meleg köszönetemet kifejezni.

Az említett braziliai és takovajai kristályok majdnem mind aprók (köles-borsószem nagyságúak) s rajtuk jól kifejlődött lapokkal az ezen előfordulásokról már ösmeretes formák vannak jelen, nevezetesen :

$a \{100\}$		$m \{110\}$
$b \{010\}$	$o \{111\}$	$u \{230\}^{**}$
$i \{011\}$	$n \{121\}$	$s \{120\}$
$x \{101\}^*$		$r \{130\}$

Termetük ezen formák viszonylagos kifejlődése szerint természetesen kissé eltérő; e tekintetben a főbb típusokat az 5—14. ábrában szerkesztettem meg. (5—8. takovajaiak, 9—14. braziliaiak).

A mérésekből, a melyeket e kristályokon végeztem (Fuess-féle I. gon.), meggyőződtem, hogy nevezetesen a braziliai kristályokon a tengelyarány nem állandó, hanem szűk határok közt ingadozik, nevezetesen az  $a$  tengely értéke 0.4705 és 0.4709, a  $c$

\* Csak egy braziliai kristályon.

\*\* Csak a takovajai kristályokon.

tengelyé pedig 0·5810 és 0·5835 közt, de semmi esetben sem kaptam szögeket, a melyek a Haidinger-féle tengelyaránynak felel-nének meg. Az összes mérésekből számolt közepek, nemkülönben a legjobb mérések közepei jól egyeznek a ceyloni kristályokon megállapított tengelyarányból számoltakkal, úgy hogy tehát ez a tengelyarány (0·4707 : 1 : 0·5823) illeti meg a braziliai és takovajai chrysoberyllt is, *vagyis általánosságban érvényes a chrysoberyllre.*

#### Braziliai chrysoberyll.

	mérve	kr	$n_1^*$	$\pm d$	$n_2^{**}$	számolva
$am^1 = (100) : (110) =$	$25^\circ 11\frac{1}{2}'$	7	13	1'	4	$25^\circ 12' 23''$
$as^2 = (100) : (120) =$	$43 \ 15\frac{3}{4}$	10	23	1	5	43 16 16
$ar^3 = (100) : (130) =$	$54 \ 42\frac{1}{3}$	13	37	$1\frac{1}{4}$	6	54 41 43
$ao^4 = (100) : (111) =$	$43 \ 5\frac{1}{3}$	7	20	$1\frac{1}{2}$	5	43 5 18
$oo^5 = (111) : (1\bar{1}1) =$	$40 \ 12\frac{2}{3}$	8	18	$2\frac{1}{2}$	3	40 12 40
$on = (111) : (121) =$	16 6	2	3	1		16 6 11
$an = (100) : (121) =$	$51 \ 8\frac{1}{4}$	1	1	—	—	51 8 3
$bi = (010) : (011) =$	$59 \ 49\frac{1}{2}$	3	6	$3\frac{1}{2}$	—	59 47 16

#### Takovajai alexandrit.

	mérve	kr	$n_1$	$\pm d$	$n_2$	számolva
$am = (100) : (110) =$	$25^\circ 9\frac{1}{2}'$	3	3	3'	2	$25^\circ 12' 23''$
$au = (100) : (230) =$	35 10	5	5	6	1	35 13 26
$as^6 = (100) : (120) =$	$43 \ 17\frac{1}{4}$	6	8	$2\frac{1}{2}$	—	43 16 16
$ar^7 = (100) : (130) =$	$54 \ 42\frac{1}{4}$	4	6	8	—	54 41 43
$ao^8 = (100) : (111) =$	$43 \ 4\frac{1}{4}$	8	22	2	2	43 5 18
$oo^9 = (111) : (1\bar{1}1) =$	40 12	10	12	3	—	40 12 40

\* Azon mért élek száma, a melyek értékeiből a közép való.

\*\* Azon mért élek száma, a melyek értékeit a közép képzésekor nem vettem tekintetbe.

<sup>1-3</sup> illetve  $90^\circ - (b : hk0)$ .

<sup>4</sup> illetve  $90^\circ - oi$ .

<sup>5</sup> illetve  $180^\circ - 2 ob$ .

<sup>6-7</sup> illetve  $90^\circ - (b : hk0)$ .

<sup>8</sup> illetve  $90^\circ - \frac{1}{2} oo$ .

<sup>9</sup> illetve  $180^\circ - 2 ob$ .

E formákon kívül az alexandrit-kristályokon a prizmaövben egy-egy keskeny, rosszul tükröző lappal még több forma volt jelen, a melyek közül egyet, nevezetesen  $\{4.11.0\}$  a brazíliai kristályokon is mértem; e formákat az említett okoknál fogva bizonytalanoknak tartom:

	mérve	számolva
(100):(430)	$= 19^{\circ}22'$	$19^{\circ}26' 40''$
: (580)	$= 36 \ 49\frac{2}{3}$	36 59 3
: (350)	$= 38 \ 5$	38 6 51
: (590)	$= 40 \ 6$	40 16 24
: (380)	$= 51 \ 16\frac{1}{2}$	51 27 22
: (4.11.0)	$= 52 \ 34\frac{3}{4}$	52 18 45
: (3.10.0)	$= 57 \ 31\frac{1}{4}$	57 29 19
: (5.18.0)	$= 59 \ 13$	59 27 13
: (4.15.0)	$= 60 \ 38\frac{1}{2}$	60 28 1
: (1.17.0)	$= 82 \ 57\frac{3}{4}$	82 52 36

*A chrysoberyll ikertörvénye.* Ha KOKSCHAROW-val \* föltételezzük, hogy a kettőnél több egyénből álló chrysoberyll-összenövéseken — tehát a ceyloni kristályokon is —  $\{011\}$  az ikersík s hogy ez ikrek három egyén átnövéséből származnak, akkor az ikerhatárok mentén egymást metsző  $\{111\}$ -lappárok közül négynek egy síkba kell esnie s a többi kettőnek beugró szögletet kell képeznie. CATHREIN \* megfigyelései alapján közli, hogy az  $\{111\}$ -lappárok sehol sem esnek egy síkba. Én sem tapasztaltam ezt sem alexandriteken, sem e ceyloni kristályokon, hanem csupán beugró szögleteket, ezzel tehát KOKSCHAROW ezen föltevése, melyet még a legutóbbi időben, de mért szögletek nélkül, JEREMJEFW is felhoz, elesik. E helyett föl kell vennünk, hogy e többes ikrek is a  $\{031\}$  forma lapjai szerint való ikrek, mint ezt a szivformájú brazíliai és takovajai kettes ikrekre nézve általánosan elfogadták, de jó mérésekkel még nem bizonyították. Egy brazíliai kristályon (I), a SELIGMANN-féle takovajai kis kristályokon (II), valamint a ceyloni kristályokon (III) mért ikerszögletekből most már két-

---

\* Id. m.

\*\* Id. m.

ségen kívül álló tény, hogy ez a forma az ikersíkja úgy a kettes, mint a többes chrysoberyll-ikreknek:

		mérve	$kr$	$n$	$\pm d$	számolva
(I)	$b\bar{b} = (010) : (0\bar{1}0) =$	$120^\circ 27' 1/2''$	1	1	—	$120^\circ 25' 22''$
(II)	$o\bar{o} = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) =$	0 $33\frac{3}{4}$	8	9	3'	0 34 44
	$o\bar{o} = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) =$	0 $34\frac{1}{4}$	5	12	$1\frac{1}{2}$	
	$s\bar{o} = (120) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) =$	0 11	1	1	—	
(III)	$i\bar{k} = (011) : (0\bar{2}\bar{1}) =$	19 $55\frac{1}{4}$	1	1	—	19 59 1
	$m\bar{l} = (110) : (\bar{2}10) =$	33 45	1	1	—	33 45 59
	$l\bar{l} = (210) : (\bar{2}10) =$	22 53	1	1	—	22 56 39

Tetemes különbség a mért és számolt szögekben itt csak az  $so$ -szögletre nézve van (2. ábra); ennek oka az, hogy ez a két lap nem tökéletes kifejlődésű, mint azt az ikerhatárnak kissé szabálytalan lefutásából is látni.

Kérdés már most, hogy e ceyloni kristályok penetratiós vagy juxtaposíciós ikrek-e. Az első esetben az  $oo$ -lappárok közül négynek beugró ( $34\frac{3}{4}'$ ), a többi kettőnek pedig kiugró szögletet kell képeznie, az utóbbiban csak egy, de nagyobb kiugró szögletnek kell jelen lennie. E kérdésnek biztos eldöntésére e ceyloni kristályok annyiban nem alkalmasak, a mennyiben rajtok, mint az 1. 2. és 4. ábrából látható, nincsen mind a hat egyén kiképződve; csak a legnagyobb kristály ígért eredményt, mivel (mint az 1. ábrában látni), két egymással szemben fekvő egyéne van, a melyeken az  $x(101)$  lapok megvannak. Ezeknek átnövés esetében természetesen egy övet kell képezniök a közös  $a(100)$  lappal. A gonio-  
meteren azonban kiderült, hogy a kis egyén (1. ábra jobbra) csak közelítőleg ikerállásban nőtt hozzá a többiekhez, a mennyiben az  $[axc]$  öv, melynek természetesen úgy penetratio, mint juxtapositio esetében meg kell lennie, vele nincsen meg; ez az egyén a  $c$  tengely körül kissé elforgatott helyzetben képződött ki.

A kérdés eldöntését azonban lehetővé tette az ezen kristály nagyobb  $a\{100\}$ -lapján meglevő finom ikerrovátkosság (3. ábra). Mikroskoppal ugyanis látni, hogy e lap egyik szélén, ott, a hol az ikerhatárok összejönnek, részben ugyan kis laprészekkel, de megvan mind a hat egyén. A rovátkosság e lapon, mint már említettem, igen finom és a lapnak az egyes egyénekhez tartozó



részletei  $1,2 - 1\frac{1}{2}'$  eltérésig egy síkba esnek, csupán az említett kis egyénhez tartozó laprészlet tér el  $3'$ -re a szomszédosaktól, de a rovátkosság mérésére még ez eltérésnek is igen csekély hatása van. A mérést a mikroszkopon az objectiv-illuminator és a keresztben eltolható száнкаasztal segítségével végeztem, miután meggyőződtem, hogy a száncák egyközesen tolják el a tárgyat. Ha az egyes rovátkarendszereket, a melyek tehát az egyes egyének  $c$  tengelyeinek irányát adják,  $c_1c_2 \dots c_6$ -tal jelöljük, akkor az egyes mérések, a melyek 6—8 beállítás közepeit képezik (a beállítás biztossága  $30'$  volt) és a juxtapositio esetére vonatkozó számolt szögek a következők:

	mérve	számolva
	$c_1c_4 = 178^\circ 30'$	} $178^\circ 44'$
	$c_2c_5 = 178 \ 20$	
	$c_3c_6 = 178 \ 30$	
és	$c_1c_2 = 59 \ 20$	} $59 \ 34\frac{1}{2}$
	$c_2c_3 = 59 \ 14$	
	$c_3c_4 = 60 \ 16$	
	$c_4c_5 = 60 \ 10$	
	$c_5c_6 = 59 \ 30$	} $60 \ 7$
	$c_6c_1 = 61 \ 36$	

vagyis bizonyos, hogy ez a kristály, tehát a többi ceyloni kristály is juxtapositíós iker, a mi már a goniometeres vizsgálatból is valószínűséggel következik, a mennyiben t. i. e kristályokon az *oo*-lappárok sehol sem képeznek kiugró szögletet.

Hasonló módon iparkodtam a kérdést megoldani az alexandritra és az észak-amerikai chrysoberyllre nézve is, de valamenynyik kristályon, a melyek ez előfordulásokból rendelkezésemre állottak, ez a rovátkosság oly durva, hogy kellő pontossággal nem mérhető.

*Törésmutatók.* A ceyloni chrysoberyll-kristályok főtörésmutatóit az ABBE-féle kristályrefractometerrel szándékoztam meghatározni. A chrysoberyll fénytörése azonban oly nagy, hogy csak kevésbé különbözik a bariumphydrargyrumjodid-étől, a mely azon folyadékok közül, a melyeket e készülékkel használni szokás, a legnagyobb fénytörésű. E körülménynél fogva egy ciszolt leme-

zen és természetes kristálylapokról a nagyobbító távesővel e készüléken a határok határozottak ugyan, de oly gyengék, hogy alig észrevehetőek és a kisebbítő táveső alkalmazásakor a folyadék határát kísérő interferentia-csíkok olyannyira zavarólag hatnak, hogy a méréseknek e készülékkel való végzésétől alkalmas, nagyobb fénytörésű folyadék kipróbálásáig elállottam és a törésmutatókat két prizmával határoztam meg (I. sz. FUESS-féle gonio-meter), a melyeket a VOIGT és HOCHGERANG czég készített két kristálytöredékből. Az egyik prizmán a bázis, a másikon egy  $\{100\}$  lap volt a fény beesési síkja. Az előbbin a bázis mellett még a következő jól tükröző lapok voltak jelen:  $(111)$ ,  $(\bar{1}\bar{1}1)$  és  $(101)$ , ezek meghagyattak és a kész prizma ellenőrzéséül szolgáltak. A prizmán mértem:

$$\begin{array}{l} (001) : (111) = 54^{\circ} 14' \\ (001) : (\bar{1}\bar{1}1) = 53 \quad 58 \\ (001) : (101) = 51 \quad 22 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} (001) : (111) = 54^{\circ} 14' \\ (001) : (\bar{1}\bar{1}1) = 53 \quad 58 \\ (001) : (101) = 51 \quad 22 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{a helyes érték volna } 53^{\circ} 49' \\ \text{'' '' '' '' '' ''} \\ \text{'' '' '' '' '' ''} \end{array}$$

tehát a megcsiszolt lap eltérése a normális fekvéstől oly csekély, hogy elhanyagolható. Az ezen prizmának különböző részein való mérésekből, mely alkalommal a prizma többi részleteit elfödtem, oly értékeket kaptam, a melyek egymástól a 4. tizedes 4–5 egységig eltérnek, tehát valószínűleg itt is hatása van a festőanyagnak a fénytörésre, mint azt az utóbbi időben HLAVATSCH megállapította a sillmianitra, füstquartzra és fluoritra nézve \* s a mely hatásról én is meggyőződtem a ceyloni spinellen (25. lap). Az ezen prizmára vonatkozó alább közölt értékek tehát, a melyek  $\pm 0.0002$ -ig biztosak és a prizma középső részeire vonatkoznak, csak középértékeknek tekinthetők.

A másik prizma jóval kisebb, mint az első s a rajta meghatározott törésmutatók — mint azt a többször ismételt mérésekből látni — nem oly pontosak, mint az első prizmán mértek (csak  $\pm 0.0005$ -re biztosak). Ennek oka az, hogy az incidentia felülete, az  $a\{100\}$ -lap kissé rostos s ezen minőségében meghagyatott, minthogy ellenőrzésre szolgáló lap kevés volt a töredéken.

Minthogy e második prizmán  $\beta$ -ra jelentékenyen nagyobb

---

\* Zeitschr. f. Kryst. 27. 605.

értékeket kaptam, mint az elsőn s a különbség kívül esik a hibahatárokon, még két törésmutatómeghatározást végeztem. Nevezetesen  $Na$ -fényben a nagy ceyloni kristályon meghatároztam  $\beta$ -t és egy braziliai kis ikren  $\gamma$ -t, az (100) és (10 $\bar{1}$ ), illetve (100) és ( $\bar{1}$ 10) természetes kristálylapok segítségével.\* A következő táblázatban összeállítottam a mérések közepeit, a belőlük számolt törésmutatókat, valamint DESCLOIZEAUX-nak \*\* szintén prizmákon (három prizmán) kapott értékeit, megjegyezvén, hogy a nagyobb prizmára nézve közölt  $\gamma$ -értékek, valamint a kisebb prizmára vonatkozó  $\alpha$ -értékek a mért  $2H_a$ , illetve  $2H_0$  szögekből vannak kiszámítva.

	Törő szög	Fénynem	$\delta_{\min.}$ illetve $\delta$	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$
Nagyobb prizma	$26^{\circ}41'27'' \pm 5''$	$Li$	$\begin{cases} \updownarrow 20^{\circ}41'10'' \pm 18'' \\ \updownarrow 24\ 44\ 18 \\ \leftrightarrow 24\ 50\ 35 \end{cases}$	$\begin{cases} 3 \\ 3 \\ 2 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7487 \\ 1.7487 \\ 1.7487 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7431 \\ 1.7431 \\ 1.7406 \end{cases}$
		$Na$	$\begin{cases} \updownarrow 20\ 47\ 46 \\ \updownarrow 24\ 53\ 20 \\ \leftrightarrow 25\ 0\ 2 \end{cases}$	$\begin{cases} 12 \\ 10 \\ 6 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7530 \\ 1.7530 \\ 1.7530 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7470 \\ 1.7470 \\ 1.7443 \end{cases}$
		$Th$	$\begin{cases} \updownarrow 20\ 53\ 14 \\ \updownarrow 25\ 0\ 53 \\ \leftrightarrow 25\ 8\ 29 \end{cases}$	$\begin{cases} 5 \\ 23 \\ 4 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7566 \\ 1.7566 \\ 1.7566 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7503 \\ 1.7503 \\ 1.7474 \end{cases}$
		$Li$	$\begin{cases} \updownarrow 21\ 40\ 28 \\ \updownarrow 26\ 24\ 10 \\ \leftrightarrow 26\ 9\ 10 \end{cases}$	$\begin{cases} 36 \\ 22 \\ 40 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7508 \\ 1.7508 \\ 1.7508 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7449 \\ 1.7449 \\ 1.7419 \end{cases}$
		$Na$	$\begin{cases} \updownarrow 21\ 48\ 20 \\ \updownarrow 26\ 35\ 20 \\ \leftrightarrow 26\ 20\ 30 \end{cases}$	$\begin{cases} 14 \\ 20 \\ 9 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7550 \\ 1.7550 \\ 1.7550 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7492 \\ 1.7492 \\ 1.7462 \end{cases}$
		$Th$	$\begin{cases} \updownarrow 21\ 54\ 28 \\ \updownarrow 26\ 45\ 30 \\ \leftrightarrow 26\ 30\ 50 \end{cases}$	$\begin{cases} 21 \\ 5 \\ 32 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7586 \\ 1.7586 \\ 1.7586 \end{cases}$	$\begin{cases} 1.7530 \\ 1.7530 \\ 1.7501 \end{cases}$
Ceyloni kristály	$38\ 57\ 0 \pm 18$	$Na$	$\updownarrow 32\ 19\ 30$	8	1.7476	—
Braziliai kristály	$25\ 13\ 28 \pm 12$	$Na$	$\updownarrow 19\ 55\ 37$	5	1.7582	—
DESCLOIZEAUX	—	sárga	—	1.7565	1.7484	1.7470

\* Ez értékek  $\pm 0.0001$ -ig biztosak.

\*\* Id. m.

A chrysoberyll főtörésmutatói tehát egy és ugyanazon előfordulás kristályaira nézve is tetemesen eltérők; ennek oka lehet esetleg a vastartalom, mely a különböző kristályokban talán kissé eltérő, de lehet a különböző szineződés is; a kisebbik prizma és a braziliai kristály fénytörése, mint a táblázatból látni, nagyobb és ezek jóval világosabb színűek (világos zöldes-sárgák), mint a nagyobbik prizma, melynek inkább barnászöld és a ceyloni kristály, melynek sötét sárgászöld színe van. Megjegyzendő még, hogy a kettőtörés nagysága, jóllehet a fénytörés nagysága különböző, mindkét prizmán meglehetősen pontosan ugyanaz, t. i. *Na*-fényre nézve

$$\gamma - \beta = 0.006$$

$$\beta - \alpha = 0.003$$

DESCLOIZEAUX értékei nem egyeznek a kettőtörés ezen értékeivel, a minek magyarázata azonban egyszerű; ő ezen értékeket három prizmával kapta, a melyek valószínűleg nem egy és ugyanazon kristályból készültek.

*Az optikai tengelyek szöge.* Az optikai tengelyek szögét az említett két prizmán és egy csiszolt lemezen mértem, mely utóbbinak normáléja az optikai tengelyek síkjában  $1^\circ$ -ra, az arra merőleges síkban még kevesebbre tért el az első középvonaltól. Folyadékul monobromnaphthalint használtam, melynek törésmutatóját *Na*- és *Li*-fényben egy folyadékprizmával határoztam meg (FUESS-féle I. sz. gon.):

Törő szög	Fénynem	$\delta_{\min.}$	Hőmérséklet	Ebből $n$
$59^\circ 11' 8'' \pm 3''$	<i>Li</i>	$49^\circ 53' 42'' \pm 12''$	$20^\circ \text{ C.}$	1.6494
	<i>Na</i>	50 50 10 5	$20\frac{1}{3}^\circ \text{ C.}$	1.6590

E két értékből  $n_D$   $20^\circ \text{ C.}$ -ra nézve a LANDOLT-BÖRNSTEIN-féle tabellákban foglalt adatok alapján grafikusán számolva  $= 1.6693$ . (Ez a grafikus meghatározás eléggé pontos, mert a monobromnaphthalin törésmutatójában 0.0002-nyi különbség  $V_a$ -ban csak  $\frac{1}{4}'$ -et tesz). Ez értékekből a monobromnaphthalin törésmutatóit különböző hőmérsékletben az ösmeretes hőfoki coefficientse \* segítségével számoltam át. A tengelyek szögének minden mérése

---

\* L. ZIMÁNYI: Ért. a term. tud. kör. 1892, XXIII. 53.

előtt az üvegedényt a megvilágított tengelykereszt segítségével merőleges állásba hoztam az observáló távcsőhöz és a hőfokot mérés előtt és mérés után leolvastam. A monochrom fényben ( $Li, * Na, Tl$ ) mért szögek valamennyien átlag  $5' - 10'$ -cel nagyobbak voltak, mint az ugyanazon fénynemekre beállított spektralcollimatorral mérték (FUESS-féle nagy tengelyszögmérő):

	Fénynem	$2H_a$ , illetve $2H_b$	Hőmérséklet	Ebből $2V_a$
Nagyobb prizma	Monochr. fény	$Li$ $71^\circ 55'$	$18^{3/4}^\circ C.$	
		$Na$ 72 3	$18^{1/4}$	
		$Tl$ 72 19	21	
				( $Li$ ) $67^\circ 29^{1/4}'$
				( $Na$ ) $67^\circ 52^{1/2}'$
				( $Tl$ ) 68 26
Kisebbik prizma	Spektrál- collim.	$Li$ 71 46	$16^{3/4}$	
		$Na$ 71 52	$16^{3/4}$	
		$Tl$ 72 9	$16^{3/4}$	
	Spektrál- collim.	$Li$ 119 0	$17^{3/4}$	70 50
		$Na$ 117 55	$17^{1/2}$	71 $12^{3/4}$
		$Tl$ 116 $30^{1/2}$	$17^{1/2}$	71 $44^{3/4}$

A lemezen a normale beállításával  $H_{a_1}$  és  $H_{a_2}$ -t mértem:

Fénynem	$H_{a_1}$	$H_{a_2}$	Hőmérséklet
$Li$	$37^\circ 3'$	$34^\circ 50'$	$18^{1/2}^\circ C.$
$Na$	37 11	34 56	19
$Tl$	37 16	35 2	19

DESCLOITZEAUX, mint már említettem, azt találta,\*\* hogy az optikai tengelyek szöge *levegőben* különböző lemezekben különböző, sőt még egy és ugyanazon lemez középső és szélső részleteiben is különböző lehet és pedig különböző lemezekre nézve  $72^\circ - 125^\circ$  közt; homogén lemezekben a szög  $85^\circ$ . Megfigyelései szerint egyes lemezekben az optikai tengelyek síkja a spektrum különböző részeire nézve egymásra merőleges lehet. MALLARD\*\*\* azt találta, hogy ily abnormális lemezek melegítéskor normálisakká lesznek.

\*  $Li$ -fényre alkohollal és ætherrel tisztított  $Li_2SO_4$ -ot használtam.

\*\* Id. m.

\*\*\* Ref. Zeitschr. f. Kryst. 9. 404.

## SILLIMANIT CEYLONRÓL.

*Meghatározás.* A ceyloni anyag közt volt egy körülbelül 4 mm. széles, hosszú prizmás, átlátszó kristály is, halavány szürkékék színnel és egy sík szerint való igen tökéletes hasadással. Ez utóbbi, továbbá keménysége ( $6\frac{3}{4}$ ), valamint fajsúlya, melyet a hydrost. mérleggel három meghatározásban 3·250, 3·243 és 3·248-nak, a WESTPHAL-féle mérleggel methylenjodidban 3·249-nek határoztam meg, arra utaltak, hogy ez a kristály sillimanit. Ezzel összhangzásban van a prizmalapok szöge is, csillámlással mérve

$$(110)^* : (100, \text{hasadási lap}) = 45^\circ 12',$$

továbbá a prizmalapokon meglevő, a prizmaélekkel párhuzamos rovátkosság, mely a mikroskopi sillimanit-kristályokon is észlelhető. A terminális lapokat, sajnos, nem mérhettem, mivel igen le vannak gömbölyödve; e lapok feltűnően hemimorf módon vannak kifejlődve, de a kristálynak a KUNDT-féle methodus szerint való megvizsgálása alkalmával a vertikális tengely polaritását nem lehetett konstatálni.

Az optikai orientatio megállapítása {végett megvizsgáltam a kristályt hígított THOULET-oldatban a KLEIN-féle nagy forgató készülékkel és a GROTH-féle horizontális polarisatio készülékkel. Az eredményből szintén sillimanitra lehetett következtetni. Kitént tudniillik, hogy a kristály optikailag kéttengelyű, kis tengelyszöggel, s hogy a tengelyek síkja egyközes a hasadással s az első középvonal összeesik a vertikális tengelylyel.

Ezek után a STEEG és REUTER czéggel a lemez közepéből, merőlegesen a hosszirányára egy kb.  $2\frac{1}{2}$  mm. vastag lemezt vágattam ki és poliroztattam. Ez szép tengelyképet mutat és határozott  $\rho > \nu$  dispersiót. E lemezen, mely tökéletesen átlátszó és homogen, meghatároztam az optikai tengelyek szögét és a főtörésmutatókat  $L_i$ ,  $N_a$  és  $Tl$ -fényben és a kapott értékek kétségen kívül helyezték, hogy ez a kristály sillimanit.

A mérések eredményei, tekintettel arra, hogy ez a kristály igen valószínűleg a legjobb anyag, a mely eddig ezen ásványból

---

\* GROTH tengelyaránya (Tab. Ueb. d. Min. 4. kiad. 115).

optikai tekintetben megvizsgáltatott, fontos adalékot képeznek a sillimanit ismeretéhez.

Mielőtt azonban áttérnék a mérésekre s azok eredményeire, röviden meg kell említenem, hogy mikép rectifikáltam az ABBE-féle kristályrefractometert, a melylyel a törésmutatók meghatározása történt.

*Az ABBE-féle kristályrefractometer rectifikálása.* Miután a készülékkel a rá vonatkozó irodalom tanulmányozása alapján megösmérkedtem és meggyőződtem arról, hogy az üvegfélgömb symmetriatengelye körül forog s hogy sík felülete arra merőleges, egy kis üvegprizmát mértem vele, melynek törésmutatóit a gonio-  
meteren határoztam meg, valamint calcit hasadási lemezt és két kifogástalan kis quarzkristályt. A kapott törésmutatók valamenynyien átlag 0.0004-gyel kisebbek voltak, mint a meghatározott, illetve ösmeretes törésmutatók, a mi arra utalt, hogy az üvegfélgömb középpontja alacsonyabban fekszik, mint forgási tengelyének a távcső tengelyével és a vertikális beosztott kör tengelyével való metszési pontja. Ennek megfelelően  $N$ -re (az üvegfélgömb törésmutatójára) nézve, a levegőhöz mérve, magasabb értékeket kaptam, mint a PULFRICH<sup>1</sup> és VIOLA-tól<sup>2</sup> közölt értékek. A félgömbnek ez a hibás magassági állása s a törésmutatóknak belőle következő helyesbitése azonban a CZAPSKI<sup>3</sup> közölte formula szerint kiszámítható és különben is elhanyagolható a VIOLA-tól<sup>4</sup> ajánlott és alkalmazott mérésmód (Differenzmethode) alkalmazása esetében. Hogy ez utóbbi módszert lehetőleg sok esetben lehessen alkalmazni, GROTH tanár szíves volt a ZEISS C. czégnél egy 10 különböző fénytörésű üvegprizmából álló sorozatot rendelni, melyet a czég az ismeretes tökéletes kivitelben készített el. Az előbb említett kis üvegprizma és két ilyen ZEISS-féle prizma segítségével mindenekelőtt az említett CZAPSKI-féle formula

$$n = n' \left( 1 + \frac{N}{N'} \cos \alpha' \right)$$

<sup>1</sup> Zeitschr. f. Kryst. 30. 575.

<sup>2</sup> U. ott, 32. 314.

<sup>3</sup> N. Jahrb. f. Min. VII Beil. Bd. 199.

<sup>4</sup> Zeitschr. f. Kryst. 30. 438. és 32. 311.

szerint az üvegfélgömb magassági állásának hibáját ( $e$ ) határoz-  
tam meg, hogy az üvegfélgömbnek törésmutatóját  $Li$ ,  $Na$  és  $Tl$ -  
fényre nézve meghatározhasam. A méréseket (két meghatározás  
közepe, mindegyik 6—8 beállítással) az újból rectificált FUESS-  
féle I. sz. goniometerrel végeztem s az ABBE-féle készüléken, hogy  
a zérópont eltérését kiküszöböljem, jobbról és balról olvastam le.

Törő szög       $\delta_{\min. (Na)}$       Ebből  $n_{Na}$        $w'$  (ABBE-kész.)      Ebből  $n'_{Na}$  \*

Kis üvegprizma

$44^{\circ}42'40'' \pm 8''$      $25^{\circ}50'43'' \pm 7''$      $1.5184(5)$      $53^{\circ}25'20'' \pm 5''$      $1.5180(8)$

ZEISS-féle 604. sz. prizma

$49\ 59\ 34 \pm 9$      $39\ 56\ 16 \pm 5$      $1.6723(6)$      $62\ 11\ 3 \pm 4$      $1.6719(7)$

ZEISS-féle 303. sz. prizma

$49\ 59\ 20 \pm 7$      $43\ 17\ 3 \pm 4$      $1.7206(2)$      $65\ 30\ 17 \pm 3$      $1.7202(6)$

Ez adatokból a formula szerint az üvegfélgömb eltolódása  
0.02 mm. s így a correctiók,

ha	$n = 1.0—1.1$	1.2—2.5	1.6	1.7
	0.0004	0.00045	0.0004	0.00035

Az üvegfélgömbön levegővel a teljes tükrözés következő  
határszögleiteit kaptam :

$$w_{Li} = 32^{\circ}10'39''$$

$$w_{Na} = 31\ 55\ 42$$

$$w_{Tl} = 31\ 41\ 30$$

A miből:

$$N_{Li} = 1.8777(8)$$

$$N_{Na} = 1.8908(7)$$

$$N_{Tl} = 1.9035(0)$$

A fentebbi magassági hibás állásból folyó correctiók követ-  
keztében azonban ez értékeknek a következőknak kell lenniök :

$$N_{Li} = 1.8770(4)$$

$$N_{Na} = 1.8901(3)$$

$$N_{Tl} = 1.9027(6)$$

(I)

---

\*  $N$ -re a formulában PULFRICH és VIOLA szerint 1.8904-et vettem föl.



Ha a RIEDEL-PULFRICH-féle és a VIOLA-féle értékekből \* közepet veszünk, akkor

$$N_c = 1.8794$$

$$N_{Na} = 1.8904$$

$$N_F = 1.9194$$

s ezekből a CAUCHY-féle háromtagú dispersio formula szerint

$$N_{Li} = 1.8775(0) \quad (II)$$

$$N_{Ti} = 1.9031(5)$$

Én meghatározásaim alkalmával a fönti (I) és (II) értékek közepét vettem számításba, mivel ezek a legvalószínűbbek, t. i.

$$N_{Li} = 1.8773$$

$$N_{Na} = 1.8903$$

$$N_{Ti} = 1.9029.$$

A *ceyloni sillimanit* törésmutatói. A kristály közepéből kivágott lemezen a polarisatio készülékben látszik, hogy a lemez normáléja nem esik össze az első középvonallal. A két polírozott lap ugyanis közel egyközes (különbség  $5\frac{1}{2}'$ ), de a hasadási lapokkal  $\frac{1}{2}^\circ$ -ra eltérő szögleteket képeznek. Az optikai tengelyek síkjában is mutatkozott egy kis eltérés.

Kezdetben a főtörésmutatók meghatározásakor elhanyagoltam ezt a csekély, de mégis tekintetbe veendő eltérést s egyszerűen úgy jártam el, hogy az egyik megcsiszolt lapnak az egyik hasadási lappal való combinatio élet juszaltam. Minthogy azonban később — az optikai tengelyek szögének mérésekor — láttam, hogy a lemez eltérése az optikai tengelyek síkjában is elég jelentékeny, megismételtem az ABBE-készüléken tett méréseket, úgy járván el, mint általános esetekben szokás: Na-fényben  $15^\circ$ -onként és az optikai főmetszések tájékán  $3^\circ$ -onként leolvastam a határszögeket, megszerkesztettem a két görbét, s újból leolvastam a maximumokat és minimumokat Li- és Ti-fényben is. A mérés befejezte után az egyik ZEISS-féle prizmat mértem öt egymástól  $90^\circ$ -ra eltérő állásban. Az így kapott főtörésmutatók az előbb mértekkel a negyedik tizedes 1 egységéig megegyeznek. A  $\beta$  határ-

\* Id. m.

szögét ezen kívül *Na*-fényben még külön is meghatároztam egy a csiszolt lemezről lehasított igen jó hasadási lemezen.<sup>1</sup>

Fény-nem	A határgörbék maximumai és minimumai				A prizma (604. sz.) határszögei
<i>Na</i>	$\uparrow 62^{\circ}29'45''$ és $62^{\circ}29'10'' \longleftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} 61^{\circ}16'42'' \\ 61 \ 16 \ 22 \end{array} \right.$ és $61^{\circ}11' \ 2''$				$62^{\circ}13' \ 3''$
<i>Li</i>	63 0 40	61 46 20	61 40 40	62 30 22	
<i>Tl</i>	61 58 50	60 47 12	60 42 0	61 54 50	

A prizma egyéb adatai:	Törő szög	Fénynem	$\delta_{\min}$	Ebből $n$
		<i>Li</i>	$39^{\circ} \ 27' \ 48'' \pm 7''$	1.6654(2)
	$49^{\circ}59'34'' \pm 9''$	<i>Na</i>	$39 \ 56 \ 16 \pm 5$	1.6723(6)
		<i>Tl</i>	$40 \ 23 \ 42 \pm 3$	1.6790(4)

a miből:

Fénynem	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$
<i>Li</i>	1.6730	1.6542	1.6527
<i>Na</i>	1.6766	1.65765	1.6562
<i>Tl</i>	1.6801	1.6611	1.6597

Ez adatok, mint a *Na*-fényben való két mérésből és a korábbi adatokkal való megegyezésből látszik, *Na*-fényre  $\pm 0.0001$ -ig biztosak, *Li*- és *Tl*-fényre nézve azonban az aránylag nehezebb beállításnál fogva csak  $\pm 0.0002$ -ig tekintem őket pontosaknak.

Összehasonlításként a következőkben összeállítottam a különböző termőhelyekről való sillimaniten mért törésmutatókat:

Termőhely	Fénynem	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	Megfigyelő és methodus
Saybrook	vörös	—	1.660	—	DESCLOIZEAUX <sup>2</sup>
	eosin	1.6788	—	1.6574	WÜLFING <sup>3</sup> (egy prizmán)
"	<i>Na</i>	1.6818	1.6678 (számolva)	1.6603	
	<i>Tl</i>	—	—	1.6639	

<sup>1</sup> Ily hasadási lemezek mérésekor természetesen arra kell ügyelni, hogy az üvegfélgömb sima lapját meg ne sértsék. Ha a hasadási lemezek vékonyak, akkor tanácsos oly minimális folyadékcseppet használni, mint csak lehet, mert különben a lemez jó ideig folyton változtatja helyzetét.

<sup>2</sup> Nouv. rech. Inst. Fr. 1867, 18. 602.

<sup>3</sup> ROENBUSCH, Mikr. Phys. 3. kiad. 438.

Termőhely	Fénynem	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	Megfigyelő és methodus
Saybrook	Na	1·6770	1·6583	1·6570	ZIMÁNYI <sup>1</sup> (KOHLEAUSCH-féle totalrefl.)
Morlaix	Na	1·680	1·661	1·659	LACROIX <sup>2</sup> (BERTRAND-féle refract.)
Kingsfort (Ceylon)	Na	1·678	1·659	1·658	LACROIX <sup>3</sup> (tot. refl.)

A legutóbbi időben HLAVATSCH <sup>4</sup> újból meghatározta a saybrookii sillimanit főtörésmutatóit és kimutatta, hogy ez ásványból, szintúgy a füstquarzból és fluoritból a sötétebb színeződésű prizmak, illetve egy prizmának sötétebb színezésű részletei jóval csekélyebb fénytörésűek, mint a világosabb prizmak, illetve világosabb színeződésű helyek. Szerinte

$$\alpha = 1\cdot6549 \cdot 1\cdot6625$$

$$\gamma = 1\cdot6773 \cdot 1\cdot6839,$$

mely értékek valószínűleg Na-fényre vonatkoznak

A tölem megvizsgált ceyloni kristály fénytörése tehát nem nagyobb a többiekénél, mint azt átlátszóságánál fogva gondolná az ember, hanem kisebb, mint az eddig megvizsgált összes előfordulásoké.

Az optikai tengelyek szöge. Ezt levegőben határoztam meg Li, Na és Tl-fényben a FUESS-féle nagy tengelyszögmérő segítségével. A lemez említett eltérése következtében nem  $2E$ -t, hanem a normale beállításával  $E_1$  és  $E_2$ -t mértem:

Fénynem	$E_1$	$E_2$	Ebből $2V_\alpha$	$2V_\alpha$ $\alpha, \beta$ és $\gamma$ -ból
Li	25° 9'	27° 54'	31° 19'	31° 48 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> '
Na	24 52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	27 38	30 57	31 11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Tl	24 37	27 22	30 35 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	30 38 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

<sup>1</sup> Ért. a term. kör. 1892. XXIII. 89.

<sup>2</sup> Bull. soc. min., 11. 151.

<sup>3</sup> Bull. soc. min. 12. 291.

<sup>4</sup> Zeitschr. f. Kryst. 27. 605.

A két utolsó rovat adatai közt való megegyezés, tekintettel arra, hogy a sillimaniten a főtörésmutatók csekély változása a tengelyszög jelentékeny változását vonja maga után, elég kielégítő.

Összehasonlításként a következőkben közlöm a sillimaniton eddig mért tengelyszögeket:

Termőhely	Fénynem	$2E_a$	$2V_a$	
Saybrook	vörös	43° 9'	—	DESCLOIZEAUX (Nouv. rech. Inst. Fr. 1867, 18. 602.)
	sárga	42 30	—	
	kék	38 41	—	
Bamle	vörös	37 55	—	LACROIX (Bull. soc. min. 1888, 11. 151.)
	zöld	33 50	—	
	ibolya	28 20	—	
Morlaix	sárga		26°	

*Pleochroismus.* Végezetül még e ceyloni kristály feltűnő erős pleochroismusát akarom említeni. Színe

$c = c$ -vel // rezgésekre nézve: sötétkék, csekély ibolya színezettel

$a = b$ -vel " " halaványsárga — barnássárga

$b = a$ -val " " halaványzöldes — szürkészöld.

E színek élénksége erősen változik a vastagsággal; egész vékony hasadási lemezekén már alig venni észre színbeli különbséget.

#### KÉK SPINELL CEYLON-SZIGETÉRŐL.

A ceyloni átlátszó kék spinellt BAUER\* ösmertette az irodalomban. Két kristályt, a melyeken uralkodólag  $\{111\}$ , alárendelten  $\{110\}$  van jelen, és több csiszolt követ vizsgált meg. Közli az ez utóbbiakon mért törésmutatókat is. A rendelkezésemre bocsátott szép anyagon néhány további adatot állapíthattam meg ezen előfordulás kristályaira nézve.

Ez az anyag öt, köröskörül kiképződött, körülbelül 8 mm. nagy kristályból állott és hat más kristályból, a melyek töredékek és egy csiszolt kőből. A kristályok  $\{110\}$  és  $\{111\}$  combinatioi;

\* N. Jahrb. f. Min. 1895, I 281.

többnyire az első forma az uralkodó. Mindkét forma gyakran kitünő módon ismétlődve fordul elő. A rombtizenkettős élei felületes megtekintésre úgy látszanak, mintha kissé görbült  $\{211\}$ -lapoktól le volnának tompítva, de a goniometeren kitünt, hogy e lapok több más ikositetraéder és negyvennyolczlapú lapocskáiból állanak. Ez utóbbiak meghatározásába, valamint néhány más, az  $\{111\}$ -lapokhoz közel eső negyvennyolczlapú forma meghatározásába nem fogtam bele, mivel ez a lapok apróságánál és tökéletlenségénél fogva egykörű mérés útján igen fáradságos lett volna. Az ikositetraéderek a három mért kristályon a  $\{211\}$  és  $\{311\}$  közé esnek s e formák közt majdnem szabályosan vannak elosztva, az  $\{111\}$ -lapokhoz különböző beeséssel mért szögek azonban nem vezetnek egyszerű parameterekre s azért nem is közlöm őket. Mint egyszerű formát ez övben csak az egész spinell-csoportra oly jellemző  $\{311\}$ -formát konstatáltam, a mely apró, de jól tükröző lapokkal van jelen:

$$(311):(111) = \begin{array}{ccccc} \text{mérve} & kr & n & \pm d & \text{számolva} \\ 29^{\circ}30'1/4' & 2 & 5 & 1' & 29^{\circ}29'46'' \end{array}$$

Ez övben továbbá az  $\{111\}$  és  $\{110\}$  közt is vannak lapocskák, a melyek az e formák ismétlődéséből való rovátkosságban is részt vesznek. Az ezekre vonatkozólag mért szögek sem vezetnek egyszerű formákra; a formák legtöbbje a  $\{10.10.1\}$  közé esik.

Ikreket vagy ikerrovátkosságot egy kristályon sem figyeltem meg.

A törésmutatók meghatározása végett az ABBE-féle kristály-refractometeren megvizsgáltam a csiszolt követ és két kristályt. Minthogy azonban ezekről *Li*-fényben az erős absorptio miatt nem kaptam beállítható határokat, az egyik lapos töredékből a STEINHEIL, C. A. czéggel prizmát is csiszoltattam és ezen is meghatároztam a goniometeren (FUESS I. sz.) a törésmutatókat. E prizma törésszögét két meghatározás alkalmával  $11^{\circ}17'30''$ , illetve  $11^{\circ}17'23''$ -nak határoztam meg, a  $d_{\min}$ . értékei a prizma középső részeire vonatkozólag voltak:

Fénynem	1. meghatározás	2. meghatározás
<i>Li</i>	{ 8° 8' 26"	8° 8' 12"
	8 8 17	8 8 8
<i>Na</i>	{ 8 10 43	8 10 30
	8 10 50	8 10 42
<i>Tl</i>	{ 8 13 20	8 13 9
	8 13 12	8 13 42

A miből:

$$n_{Li} = 1.7153 \pm 0.0002$$

$$n_{Na} = 1.7188 \pm 0.0001$$

$$n_{Tl} = 1.7227 \pm 0.0002$$

Összehasonlításul a következő táblázatban egybeállítottam a ceyloni spinellen eddig végzett meghatározások eredményeit: \*

Vörös spinell	<i>Li</i>	1.7121	DESCLOIZEAUX (Nouv. rech. 203. l.)	—	ZIMÁNYI (Ért. a term. tud. kör. 1892, XXIII. 68.)
	<i>D</i>	1.7155	(prizmákon)	1.7167	(tot. refl.)
	kék	1.726		—	
Kék spinell	vörös	1.717	BAUER	1.721	Busz
	sárga	1.720	(N. Jahrb. f. Min. 1895. I. 281.)	1.726	(N. Jahrb. f. Min. 1895. I. 281.)
	zöld	1.724	(csiszolt kövön)	1.732	(csiszolt kövön)
	kék	1.727		—	

Látni ebből, hogy még az egyféle színű spinell fénytörése sem egy és ugyanaz. Ugyanarra az eredményre jutottam, midőn az ABBE-féle készüléken mértem e ceyloni kristályokat. A teljes tükrözés határszögeit a horizontális limbus 5, egymástól 90°-ra eltérő állásában olvastam le jobbról, azután balról; ezek közepei és a belőlük a megfelelő correctio alkalmazásával (l. a 18. lapon) kiszámított törésmutatók a következők:

	$w_{Na}$	$n_{Na}$
Prizma	65°21'30"	1.7185
Csiszolt kő	65 22 0	1.7186
1. kristály	65 23 50	1.7190
2. kristály	65 27 50	1.7200

\* BAUER és Busz adatait itt csak 3 tizedessel közlöm, mivel nem vonatkoznak meghatározott hullámhosszúságú fénynemre.

A határok a megvizsgált lapok kiváló jó minősége daczára nem voltak nagyon élesek, de mégis 1'-re beállíthatók, úgy hogy ez értékek  $\pm 0.0002$ -ig biztosak. A 2. kristályon azonban, midőn az üvegfélgömbön több ízben kissé eltoltam, a fenti határszögtől egész  $1\frac{1}{2}$ '-re eltérő értékeket kaptam. Ez a megfigyelés, a határoknak említett elmosódottságával egyetemben, arra utalt, hogy a spinellkristályok ezen különböző fénytörését a festőanyagnak kissé egyenlőtlen eloszlása okozza, mint azt az utóbbi időben különösen HLAVATSCH \* állítja a sillimanitra, füstquarzra és fluoritra nézve.

Annak eldöntésére, hogy a dolog tényleg úgy van-e, alkalmas tárgynak ígérkezett az említett spinellprizma, mivel kitűnően volt csiszolva és vastagabb részében valamivel sötétebb színű volt, mint vastagságánál fogva lennie kellett volna. Újból és különös gonddal mértem tehát előbb a vékonyabb, aztán a vastagabb részét úgy, hogy a többi és a szélső részleteket elfödtem és csak körülbelül 9 mm<sup>2</sup>. kerek nyílást hagytam. A reflexek, valamint az eltérített sugár képe kifogástalan volt; a törőszög a vastagabb részen nem - mint várni lehetne - kisebb, hanem nagyobb, mint a vékonyabb részre vonatkozólag (hogy ez tényleg úgy van, arról meggyőződtem a mérések ismétlésével, de egyébként látni sík üveglappal is az interferentia-színekből). A következő értékek mindegyike hat leolvasás közepe,  $\pm d$  az ezen közép és az egyes leolvasások közti különbségek számtani közepe:

	Törő szög	$\delta_{\min. (Na)}$	$n_{Na}$
Vékonyabb rész	$11^{\circ}16'32'' \pm 8''$	$8^{\circ}10'30'' \pm 10''$	$1.7195 \pm 0.0002$
vastagabb rész	$11\ 17\ 10 \pm 6$	$8\ 10\ 12 \pm 12$	$1.7184 \pm 0.0002$

Az erősebben színezett résznek tehát jóval csekélyebb a fénytörése.

Ezek után hevítéssel próbáltam a prizmat elszínteleníteni, de félórai erős hevítésre sem változott meg a színe észrevehető módon, úgy hogy fénytörését a hevítés után nem határoztam meg.

\* Zeitschr. f. Kryst. 27. 605.

## A SPALAX HUNGARICUS (TYPHPLUS) KÖZPONTI IDEGRENDSZERE.\*

RÁTHONYI REUSZ FRIGYES-től.

Az összehasonlító anatómiai bűvárlatok egyik leghálásabb vizsgálati tárgyát azon állatok képezik, melyek eltérőleg a családjukhoz tartozó többi állatoktól, oly életkörülmények közé jutottak, hogy egyik vagy másik szervük, mely közeli rokonaiknál a fejlődésnek elég magas fokára jutott, a megváltozott körülmények behatása folytán használaton kívül helyeztetett, minek következtében az idők folyamán nemzedékről-nemzedékre egyre visszamaradottabb, fejletlenebb lett, néha oly mértékben, hogy végül az atrophia, helyesebben fejlődési visszamaradottság nemcsak ezen egy bizonyos szervben, hanem a vele összefüggő egyéb szervekben, sőt a központi idegrendszerben is szemmel látható változásokat vont maga után (vakond, spalax). GANSER-nek a vakond központi idegrendszerére vonatkozó vizsgálatai is ez alapon szolgáltatnak elévülhetetlen becsű tényeket.

A vakond azonban, ellentétben a közhittel, még bír némi látóképességgel; szemeit mély helyzetükből kitolva, használni tudja, s ezt meg is teszi, valahányszor a napvilágra jut (BREHM), tehát szemei az összes hozzátartozó részekkel együtt, mint azt különben GANSER vizsgálatai is bizonyítják, ha gyvengén fejlettek is, de semmi esetre sem teljesen sorvadtak.

Ismerünk azonban egy másik állatot is, melynek életmódja teljesen azonos a vakondéval, mely a rágcsálók rendjének egy fellette érdekes tagja, *mely teljesen vak* és látószerve már alig érdemli

\* A budapesti m. kir. tudományegyetem elme- és idegkórtani intézetében (igazgató: LAUFENAUER KÁROLY tanár) készült dolgozat.



meg ezen nevet. Ezen állat a *Spalacidák* családjának egy képviselője, a hazánk déli részeiben is ismert, de különösen Oroszországban elterjedt *Spalax typhlus hungaricus* (földi kutya vagy kölyök, Blindmaus, Erdhase). Szemréssel ezen állat egyáltalában nem bír, szemei csak a fejbőr levonása után találhatók meg a szemüreget kitöltő zsírszövet között, mint köles mekkoraságú, elő-részükből átlátszó, hátsó részükben fekete golyócskák, melyek hátsó részéből körülbelül  $\frac{1}{10}$  mm. átmérőjű, szürkés színű kötegecskék, a szemidegek indulnak ki. Észleletünk szerint az állat magaviseletével fényérzésnek jelét nem adja.

Midőn tehát LAUFENAUER tanár figyelmeimet ezen állat központi idegrendszerére felhívta, alkalmam volt oly munkába kezdeni, melynek eredménye már előre is biztosítottnak látszott. Mert:

1. Várható volt, hogy a spalax sokkalta tökéletlenebb szeme mellett a GANSER által a vakondnál észlelt eltérések még fokozottabb mértékben lesznek találhatók.

2. Annyival feltűnőbbek lesznek ezen különbségek, hogy az insectivorák rendjébe tartozó, eddig vizsgált állatok (például sündisznó) szintén éjjeliek s látószervüket kevésbé használják, míg a rágcsálók általában jól látnak.

3. Magában véve is érdekel bir, hogy a fejlettségben egymástól elég távol álló két rendhez tartozó állatnál azonosak lesznek-e a különbségek, s végül

4. GANSER kitűnő vizsgálatai s megfigyelései mellett munkájában mégis korlátozva volt az akkori mikroskopi technika tökéletlenségei által.

Vizsgálataim alapjául egyéb, az összehasonlítás körébe vont sorozatokon kívül (házinyúl, egér, morma, vakond, kutya, denevér, majom) a spalax agyából három — frontalis, horizontalis és sagittalis irányban készült — hiánytalan, 634, illetve 245 és 234 metszetet számláló, s egy a ganglion interpedunculareig terjedő, szintén hiánytalan metszetsorozat szolgált. Sajnos, hogy egyelőre csak a durvább szerkezettel foglalkozhattam WEIGERT-féle és karmin-készítményeim alapján, miután a finomabb viszonyok tanulmányozása a GOLGI és NISSL-féle módszerek segítségével — az anyag nehéz beszerezhetősége folytán — egyelőre kivihető nem volt.

### Makroszkopi leírás, méretek, súlyviszonyok.

A vizsgálatra került három állat központi idegrendszerének és testének súlyviszonyai következőkép alakultak:

1. Nőstény testsúlya	240	gr.	Agy súlya	2·35	gr.	Gerinczvelő súlya	0·48	gr.
2. " " "	220	"	" " "	2·15	"	" " "	0·45	"
3. Hím " "	270	"	" " "	2·33	"	" " "	0·46	"
Átlagosan	243·3	"	" " "	2·273	"	" " "	0·463	"
Arányszámok:		100:31:1			4·90:1			

Tehát a testsúly épen százszorosa az agy súlyának, míg ez csupán ötszöröse a gerinczvelőnek.

A felvett méretekből a következőket közlöm:

Teljes hossz a lobus olfactorius csúcsától a calamusig	21	mm.
Féltékék legnagyobb szélessége	15	"
" " domborulatának magassága	8·5	"
" hossza (a középvonalban)	13	"
Kisagy " "	7	"
" legnagyobb szélessége	11·5	"

A féltékék külső megtekintésénél két jellemző tulajdonság ötlük szemünkbe: Ezeknek elseje a polus frontalis oly feltűnően széles volta, mint a minőt az általam eddig vizsgált kisebb emlősök egyikénél sem találtam. A két hemisphaera ennek folytán hamar ér el tekintélyes szélességi átmérőt, mely hátrafelé még növekszik ugyan, de sokkal kisebb mértékben, mint más rágcsálóknál.

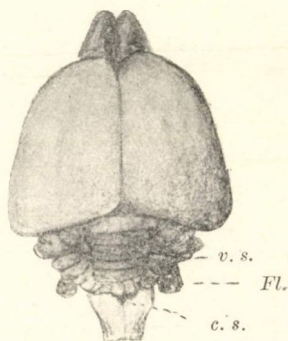
A féltékéknek második feltűnő sajátja az, hogy hátsó szélük, mely a subiculum áthajlásának felel meg, majdnem egyenes vonalban fut le s különösen mediális sarkain, hol a két hátulsó szél s a nagy hosszanti hasadék találkoznak, csak alig van legömbölyítve; a két hátulsó szél igen erősen nyitott tompa szöget, majdnem egyenes vonalat képez egymással s így alakilag erősen eltérnek a többi rágcsálók hemisphaeráitól, melyek általában hátul erősen le vannak gömbölyítve; de különböznek a vakond agyveljétől is, hol a hátsó szélek mintegy 100°-nyi szöget képeznek egymással. LEURET és GRATIOLET rajzai szerint a polus frontalis tom-

paságát illetőleg a vízi patkány agyveleje áll legközelebb a spalaxéhoz, a hátulsó szélek lefutását illetőleg pedig a sündisznóé.

A kisagy ezen majdnem egy egyenesbe eső hátsó szélekhez teljesen hozzásimul, olyannyira, hogy szinte azon benyomást kelti, mintha hozzájuk volna szorítva, s hogy a kettő közti hasadéokban a mélyebb agyrészekből semmi sem látható. Mint azt a sagittalis irányban kettémetszett agyvelőn konstatálhatjuk, a kisagy és a hemisphaerák közötti hasadék éppen az ikertestek transversalis barázdájának felel meg, úgy hogy a mellsőkre a subiculum behajlott lapja jut, míg a hátsókat a vermis superiornak egy erősen előre nyúló lemezkéje fedi.

Az általam is megvizsgált agyvelők közül ezen szempontból legtávolabb áll a spalax agyától a denevéré, mely utóbbinál a féltekéknek egymással majdnem derékszöget képező szélei s a kisagy között egy háromszög alakú tér marad, melyben az ikertestek egy jó része fedetlenül, szabadon látható.

A lobus olfactorius semmivel sem nagyobb, mint például az ürgénél; a haemisphaerák alól kilátszó része mintegy 2.5 mm. hosszú, alapjánál 2 mm. széles s a mennyiben tompa kúp alakú, némileg eltér más rágesálók bulbusától. Ventralis felszínükön látjuk a belőlük kilépő, élesen megkülönböztethető fehér tractusokat, melyek mindinkább vékonyodva, kifelé enyhén domború ívben haladnak a lobi pyriformes anteromedialis szélei felé, hol hirtelen eltűnnek. Lefutásukban erős divergentiájuk által különböznek a más rágesálóknál láthatóktól, melyeknek olfactoriusa egymástól alig széttérő s egészen más jellegű lefutást mutat. A tractus és a középvonal köré fogott derékszögű háromszög alakú térnek két jól elválasztható része különböztethető meg; hátulsó felében ugyanis egy elég élesen körülírt, kissé kiemelkedő ovalis domborulat látható, melynek hossz tengelye a



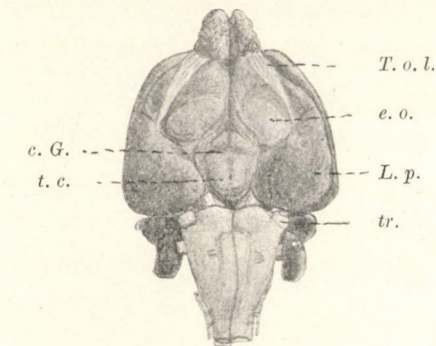
1. ábra.

*c. s.* — calamus scriptorius;  
*Fl.* — flocculus; *v. s.* vermis  
superior.

középvonallal s a túloldali hasonló képlettel egy hátrafelé nyitott szöget képez s mely illeténcép külső csúcsával a tractusra s a lobus pyriformis anteromedialis szélére támaszkodik; belülről s részben hátulról egy jól látható köteg határolja, mely a középvonaltól jövet gyengén S idomúlag görbülve kanyarodik kifelé s hátrább a lobus pyriformis és tuber cinereum, illetve a corpora mamillaria között tűnik el. A lobus pyriformis hátsó része jól fejletten domborúl elő s a többi agyrészekből elég mély barázda által választatik el; medialis szélével érinti a corpus mamillare;

hátsó széle s a pons között az agykocsányokat látjuk cerebrealis irányban vonulni, középtűt a corpus mamillareval.

Míg egyéb rágesálók agyvelejétől a spalax agyveleje a már kezdetben kiemelt két tulajdonsága s az utóbb említett ovalis kiemelkedés által különbözik, addig a vakondtól már külsőleg még egyekben is eltér, melyek megérthetésére szükségesnek tartom röviden ideiktatni azon leírás lényegét,



2. ábra.

*c. G.* — commissura Guddeni; *e. o.* — eminencia ovalis; *L. p.* — lobus pyriformis; *t. c.* — tuber cinereum; *T. o. l.* — tractus olfactorius lateralis; *tr.* — trigeminus.

gét, melyet GANSER a vakondról adott. Vakondnál ugyanis a bulbi olfactorii oly fejlettséget értek el, melyhez hasonló rendjének más családjánál, még a sündisznónál sem található. A vakond bulbusai elől legszelesebb, hátul keskenyebb bunkókat alkotnak, melyeknek hossza az egész agy hosszának mintegy harmadrészt teszi.

Ventralis felszínükön közvetlen érintkeznek azon kiemelkedésekkel, melyeket fennebb a spalaxnál leirtunk volt, de melyeket az utóbbinál a szintén említett mélyebb niveaujú háromszögű területek mintegy két mm.-nyi szélességben választanak el a bulbusoktól. Ezen hosszkülönbségnek megfelelőleg a



vakond tractusai rövidebbek s még divergálóbb lefutásuak, mint a spalaxéi.

A vakond lobus pyriformise egészen sajátos alakulást mutat, a mennyiben középső részén egy sekély benyomat látható, mely anteromedialis irányban az ovalis dudor felé nincs elhatárolva, míg két oldalról egy-egy kiemelkedés fogja körül, melyek hátra- és kifelé vonulva, egymással csúcsban egyesülnek. Azáltal, hogy a két sánccsocska belső szabad vége kissé befelé hajlik, a közrefogott mélyedés teljesen lándzsaalakot kap. GANSER szerint a bemélyedés a mandolamag helyének felel meg. A lobus pyriformis külső contourja is elüt a spalaxétól, a mennyiben hátsó határvonala az infundibulum magasságától gyengén felfelé convex vonalban fut hátra és kifelé, miáltal az első pillanatra kevésbé fejlettnak látszik. Még egy körülményről kell megemlékeznünk, a melynek a spalaxnál nyomát sem találjuk, s ez az, hogy a lobus pyriformis hátsó széle, vagyis a subiculum alól egy keskeny szürkés duzzanat kandikál ki, mely vele teljes hosszában párhuzamosan fut, s mely nem egyéb, mint az erősen fejlett fascia dentata, mely azon benyomást kelti, mintha a lobus pyriformis hátsó szélét épen hatalmas fejlettsége folytán felemelné s kissé előre gyűrné. Ismételjük, hogy a spalax agyán a fascia dent tának kívülről nyomát sem találjuk.

Tovább haladva vizsgálatainkban, a spalax tuber cinereumán s a corpus mamillare alakjában semmi feltűnőt sem fogunk találni, ellenben ennek hátsó peripheriáján egy gyengén fejlett, vékony köteget láthatunk, mely a dombhoz növe, azt ívalakban megkerüli, s azután a pes pedunculihoz csatlakozva, eltűnik.

A tractus opticus feltűnő szürke volta és átlátszósága mellett oly vékony, hogy a leggondosabb praeparálás mellett is többnyire leszakad, vagy legalább is megsérül. Tőle hátrafelé, s az alapját képező szürke állományba részben beágyazva, találjuk a GUDDEN-féle commissurát, mely tehát ezen állatnál a tractustól és chiasmától teljesen különvált, előbbinél jóval szélesebb halavány köteget képez. A tractus és a commissura ezen különválását épen a spalaxnál már KÖLLIKER is említi. GUDDEN macskánál, rókánál, görénynél és mókusnál látta, magam is újabban denevérnél, de főleg és jól láthatóan morgánál észleltem. GANSER

a vakondnál hasonló viszonyokat ír le, de említi, hogy még ezeken kívül a mélyben, vékony szürke réteg által fedve, a MEYNERT-féle commissurát is sikerült makroskopice látnia, a mint a tractus mögött, vele párhuzamosan haladva, kétoldalt a pes pedunculiba mélyed; nekem nem sikerült ezen köteget spal xnál feltalálni.

Szinte felesleges említenem, hogy a szemmozgató izmokat ellátó III., IV. és VI. agyidegpárnak semmi nyomát sem sikerült felfedeznem, míg a hatalmasan fejlett quintus-gyökök mellett igen erős acusticusokat s jól fejlett facialisokat találunk. A trigonum interpedunculare szűk voltán kívül a ponsról és oblongatáról kevés megjegyezni való van; a viszonyok teljesen megegyezők azokkal, a melyeket kisebb gerinceseknél, különösen rágásalóknál találunk, legfeljebb megemlíthetjük, hogy az összes domborodások és barázdák meglehetősen enyhén vannak kifejezve s hogy a nyúltvelő lassabban vékonyodván, mint a vakondnál vagy denevérnél, az olivák csekélyebb fejlettségére lehet következtetni.

A kisagy felső férgének mellső lebenye, mely, mint már említettük, a hátsó ikertestekre borul, erősen fejlett s három barázda által négy lebenykére oszlik; előtte és általa fedve még két kisebb lebeny található; a caudalis irányban látható további három kiemelkedés közül a két első még az említett nagy lebenyhez tartozik, a harmadik önállónak tekintendő. Az alsó felszínen tulajdonképpen két főlebeny van, melyek mindegyike két kisebbre oszlik. A kisagy féltekéin legfeltűnőbb azon lebeny, mely annak mellső sarkát képezi s egy, a felső vermis fő lebenyének utolsóelőtti barázdájától jövő nyélen ül. Ez utóbbi előtt, a vermis és a saroklebeny között, egy kis kerek, mögötte még négy, hátrafelé egyre kisebbedő lebeny látható. A haemisphaera-tekervények száma a vakondnál nagyobb. A flocculus relative nem nagy, jóval kisebb, mint a vakondé, hosszúkás, kissé megnyúlt felszínén két harántul futó barázdát mutat s hossz tengelyével egyenesen hátrafelé áll.

Végül még egy alakulatról kell megemlékeznünk, melyet GANSER a vakondnál leírt, s melynek nyomát a spalaxnál sem makroskopice, sem mikroskopice nem tudtam felfedezni. Ez a ganglion infrapedunculare GANSER, mely mint szabad szemmel is jól látható ovalis kiemelkedés simul a pes pedunculi alsó felszínéhez s a pons, corpus mamillare és fascia dentata között foglal

helyet. GANSER megtalálta ezen gangliont a denevérnél és sündisznónál is, MAYSER borjúnál és őznél; egyéb állatoknál eddig nem találták s úgy vélem, hogy rágesálóknál egyáltalában hiányzik.

Az agyvelő belső configuratiojáról - a fontosabb dolgok a mikroskopi rész tárgyalásánál úgyis ismét szóba kerülven - csak röviden szólunk. A hatalmas commissura mollis, a stratum zonale-nak a vakondénál is jobban fejlett, szabad szemmel is látható oralis része s a corpus striatum ferde állása emlithetők meg, de legfontosabb megjegyezni azon különbséget, melyet a spalax és vakond Ammon-szarvának eltérő terjedelme okoz: míg ugyanis a spalax agyveleje eme szempontból más rágesálókéthoz alig tér el, addig a vakondnál az Ammon-szarvak a thalamus hátsó felén túl nem terjedvén, előttük egy sokkal hosszabb szabad fimbria-, illetve fornixdarab marad, miáltal a boltozat viszonyai közelebb állnak ahhoz, a mit emberi agyon találhatunk; ez azonban csak a belső elhelyezésre vonatkozik, mert a felületen látható erősen fejlett fascia dentata ellenkező irányban látszik mutatni.

Tulajdonképeni pulvinart a spalax thalamusán nehéz megkülönböztetni, a meglehetősen sima és a *vakondétól eltérően lapos felületen* csak az erősen fejlett taenia s az azt *végig kísérő* ganglion habenulæ tűnik fel.

A corpus geniculatum laterale makroszkopice nem látható, slétele, mint látni fogjuk, mikroszkopice is épen csak hogy kimutatható.

A *corpus geniculatum mediale* a thalamus felé csak nehezen határolható el, miután felszíne síkba esik; a mellső ikertest felszíne, bár laposan, de elég meredeken emelkedik ki belőlük, s egy enyhe barázda, de helyesebben a felszín hajlata által elég jól különítődik el.

Kiemeljük itt a *mellső ikertestek lapos voltát*, mi a vakonddal közös tulajdonság, ellentétben a többi rágesálóknál észlelhető jól kidomborodó felszínnel. A mellsőknek caudalis szélén láthatók a normalis fejlettségű, jól kiemelkedő hátsó ikertestek, melyek egymástól teljesen el lévén választva, a medialis metszeten nem láthatók.

A *gerinczagy* megtekintésénél feltűnik a hatalmas fejlettségű cauda equina, mely oly külemet kölcsönöz neki, mintha egy miniatur emberi gerinczvelő feküdnék előttünk.

A gerinczagy hossza 6·8 cm., a caudáé 5 cm., a szélességi és vastagsági átmérő a cervicalis duzzanatnál 3·6 mm. és 2·5 mm., a háti részen 2·5 mm. és 1·8 mm., a lumbalis duzzanatnál 3·3 mm., illetve 2·0 mm.

### Mikroskopi leírás.

Mielőtt a leírandó viszonyok tárgyalásába bocsátkoznánk, szükségesnek tartom még egyszer megjegyezni, hogy leírásunkban a már fentebb említett okokból főleg csak az úgynevezett durvább rostlefutási viszonyokkal fogunk foglalkozni. Ezekről sem szándékunk egy kimerítő, a központi idegrendszer minden egyes részét felölelő ismertetést adni, mert hisz ennek aligha volna tényleges értéke, hanem csak azokra fogunk szoritkozni, melyek oly anatómai viszonyokat mutatnak fel, melyek rendjük más képviselőinél találtaktól eltérni látszanak, vagy más okból különösebb érdekekkel bírhatnak.

Ennek értelmében csak röviden fogunk foglalkozni a telencephalon részeivel az Ammon-szarv, fornix és psalterium kivételével, melyek a vakondnál észlelt alakjuknál fogva itt is érdekekkel bírnak. Lehetőleg bőven fogjuk tárgyalni azon agyrészeket, melyek a közti-, közép- s részben hátsóagy származékai, hogy a látószervekkel összefüggő agyrészekben észlelendő különbségek annál élesebben domborodjanak ki.

#### *I. Agyköpeny. Bulbus olfactorius.*

*Agykéreg.* GANSER, ki a tangentialis rostok felületes rétegét jól ismerte, a szürke állomány rétegzettsége szerint hét régiót különböztetett meg, úgymint: egy mellsőt, egy hátsót, az Ammon-szarvat, a septumot, a bulbus olfactoriust és a corpus striatum fejét fedő s a lobus pyriformist képező kérget. A beosztás természetsszerűségéről és helyességéről elég alkalmam volt meggyőződni.

GANSER a vakondnál a mellső régióban öt réteget különböztet meg, melyek a hátsóban a középső pyramisok rétegében megjelenő sejtszegény fehér réteggel szaporodnak, mely rétegről megjegyzi, hogy a vakondnál csak meglehetősen későn a splenium cor-



poris callosi tájékán jelentkezik, míg a házinyúlnál jóval előbb észlelhető.

*Spalaxnál* a mellső régióban, a mély velős állományt is beleszámitva, hét réteget számlálhatunk, a mennyiben a külső tangentialis rostok után egy teljesen sejtszegény réteg következik. A kisebb pyramisok rétege, mely ehhez csatlakozik, sűrűn álló sejteket tartalmaz s közvetlenül megy át a szintén sűrűen elhelyezett nagy pyramissejtek rétegébe; a kis pyramissejtek rétege meglehetősen ritkán álló sejtekből áll s alatta még egy nagy polymorph-sejtekből álló egész keskeny réteg látható, mely szorosan a kéreg velős állományához simul. A GANSER által jelzett réteg helyett nagyon korán, még az oldalgymrocsok megnyílása előtt, s először a lateralis oldalon, az említett sejtszegény-rétegben, még egy sejtréteg jelentkezik, mely előbbi két részre osztván, a rétegek száma kilenczre emelkedik. E réteg ott, hol legerősebben van fejlődve, sem fordul át a hosszanti hasadók felőli belső felszínre, alsó végével pedig átmeleg a lobus olfactorius kettős pyramissejtjeinek hullámos rétegébe s ily módon alul majdnem a középvonalig követhető; a nyúlnak relative keskenyebb agykérgén a rétegek különválása korántsem ily feltűnő, míg *spalaxnál* a sötétebb és világosabb csikok szabad szemmel is kivehetők.

Az Ammon-szarv szerkezetében semmi feltűnőt sem mutat: az aránylag nagy kiterjedésű fascia dentata nagy darabon öleli körül a mély lemez csúcsát, felső levelén igen tisztán látható, mint függ össze ezen része az Ammon-szarv mély lemezével. Az általános topographikus viszonyokkal, melyek a vakondtól lényegesen eltérők, később fogunk a fornix tárgyalásánál foglalkozni s itt még csak annyit jegyzünk meg, hogy a fascia dentata alsó lapja, mint az sagittalis metszeteken jól látható, feltűnő messzire nyulik előre.

A csikolt test fejének megfelelő domborulatot fedő kéregrészetnek s a lobus pyriformis kérgének sajátos szerkezete, melyet ma már részleteiben is elég jól ismerünk, a *spalaxnál* nincs oly nagy mértékben kifejezve, mint a vakondnál, úgy hogy nem annyira szagló szigetekről, mint inkább egy hullámos gyűrődött sejtrétegről szólhatunk.

A *bulbus olfactorius* egyes rétegei nem képeznek teljesen

zárt kört, hanem felfelé nyitott *u* alakot s a medialis-commissuralis gyökér nem áll, mint a vakondnál, szétszórta futó rostokból, hanem összefüggő réteget alkot. A lateralis gyökér meglehetősen korán szedődik compact erős köteggé s a külső oldalra vonul, hol mindvégig meg is marad. A mellékbulbus feltűnően kicsiny. Szinte bámulatos, hogy GANSER még a GOLGI-féle methodus használata előtt, arannyal impragnált és a ma már elérhetlen jószágú karminkésszitmények alapján mily pontos leírását adja a szagló lebenynek. Ezek segítségével már meg tudta állapítani, hogy a fila olfactoria finom primitiv fibrillákból állanak, melyek szétterülve a glomerulusokba mennek, melyekben a nagy pyramisok nyulányaival, mint ő a nagy mitralis sejtek dendritjeit nevezi, s melyeket ő egészen eddig tudott követni, érintkezésbe lépnek. Természetesen nem ismerhette fel a glomerulusok belső szerkezetét, melyekben apró sejteket ír le, s a primitiv fibrillák alatt, melyekből szerinte a szaglószálak állanak, fila olfactoria kötegei értendők, melyek rágesáálóknál csoportosan haladnak a glomerulusokba.

## II. *Tractus olfactorius és commissura anterior.*

A commissura-rostok megtartván helyüket a ventriculus környékén, ott, hol az oldalgyomrocs megnyilni készül, egy körülirtabb, de ritkás köteggé tömörülnek, mely a hasadékszerű oldalgyomrocs feneke alá jutva, később kissé laterális irányban deviál s erős összeköttetésbe lép a corpus striatum fejét belülről körülvevő rostradiációkkal; tovább haladva, *egyre erősödik*, és látszólag a nucleus caudatus feje mellett kívülről és belülről lekanyarodó rostok csatlakozása folytán s ott, hol a corpus callosum teste megjelenik, eddig diffuse elhelyezett rostjai négy erős compact kötegbe tömörülnek. Ezen helyen a *regio olfactoria felől* is jönnek finom rostok és csatlakoznak a külső köteghez. Néhány metszettel hátrább a legbelső köteg rézsútos irányt vesz s befelé fordul, a laterálisabb kötegek egyenként követik; fordulatközben egymással egyesülnek s végre harántirányba jutva, érintkeznek a túloldali hasonló rostokkal s képezik a commissura testének alsó sötét részét. Spalaxnál a commissura anterior azon részének, melyet mellső szarvainak szokás nevezni, egy igen jelentékeny része meg

a capsula externán át a lobus pyriformisba, és nem sokkal kisebb része van direkt összeköttetésben a regio olfactoriával, úgy hogy rostjainak *legfeljebb fele része jut a bulbus olfactoriusba*. GANSER szerint *vakondnál ez utóbbi kétszeresét teszi a többi rostoknak*, a mely különbség, tekintve a bulbus hatalmasan fejlett voltát, eléggé érthető. KÖLLIKER egérnél ezen oldalrostokat nem találta fel, s úgy látszik nyúlnál is csak kisebb mértékben. Ismétéljük, hogy *spalaxnál ezen összeköttetések igen fellűnőek és erősek*.

A commissura anterior második része a *mellső résztől teljesen függetlenül*, mint tőle élesen elválasztott halavány köteg, hirtelenül jelenik meg az előbbbitől dorsalis fekvésben, vele közvetlenül érintkezve. Felette a középvonaltól kétoldalt a boltozat mellső szárainak keresztmetszete látszik s ezektől lateralisán a *commissura felső részének rostjai között* egy-egy sűrűn elhelyezett sejtekből álló *lapos mag*. Jól látható a stria terminalishoz csatlakozó keskeny köteg, mely meglehetősen hirtelenül kanyarodik ki a commissura törzséből, míg a hátsó szarv legnagyobb része a capsula externához csatlakozván, csakhamar megszűnik önálló köteget képezni. A commissura anterior horizontalis metszetein is, de főleg keresztmetszetein — vagyis sagittalis metszeteken — igen jól látható, mennyire különálló kötegeket képez a mellső és a hátsó rész; a kettő együtt mint köralakú keresztmetszet jelenik meg, melyet középen egy elülről hátra lejtő, gyengén S alakúlag görbült vonal oszt két részre.

### III. Fornix. Psalterium. Ammon-szarv.

A *fornix* lefutása, mint ezt már a makroszkopikus leírásnál felületesen érintettük, lényegesen különbözik attól, mi a vakondnál található; ez az Ammon-szarvak kiterjedése által tétéleztetik fel, s közel áll ahhoz, mit a házinyúlnál láthatunk. A spalax Ammon-szarva ugyanis sokkal messzibbre terjedvén előre, okvetlen megváltoznak úgy a fornix, mint a psalterium és septum viszonyai is, melyeket ezen okból lehetőleg együtt fogunk tárgyalni.

Ha előlről hátrafelé haladva vizsgáljuk a keresztmetszet-sorozatokat, akkor látni fogjuk, hogy a házinyúl gyomrocsnélküli septumában a basalis gangliontól fontaineszerűleg felszálló fornix

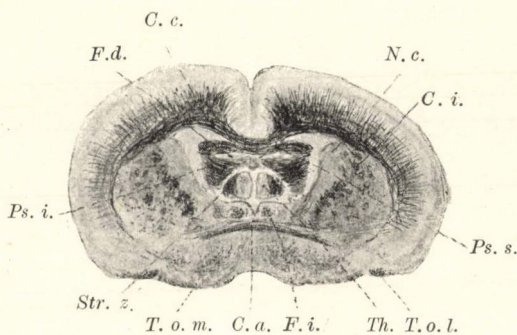
obliquus-rostok felfelé mindinkább széttérnek s közöttük a középvonaltól kétoldalt a fornix longus keskeny, élesen határolt, mellső szárai jelennek meg, melyekhez az Ammon-szarvak felől jövő fimbria-rostok egy jelentékeny része csatlakozik. Szóban forgó seriesen --- melyről leírásunkat vesszük --- az Ammon-szarvak mintegy 12-16 metszettel előbb jelentek meg, mint a commissura anterior teste, mely utóbbival körülbelül egybeesik a fornix mellső szárainak függélyesbe fordulása és a psalterium első megjelenése. Ez utóbbi a következő metszeteken rohamosan fejlődik, mint az Ammon-szarvak ventralis oldalán fekvő horizontalis rostokból álló tömeg; ezen «psalterium ventrale»-nak nevezett részből dorsalis irányban, a két Ammon-szarv között, fekszenek a psalterium dorsale kereszteződő rostjai, s ezek felett a már vízszintesbe fordult fornix longus derékszögű háromszög alakú keresztmetszete. Tehát az Ammon-szarvak a commissura-test feltűnése előtt jelennek meg, egyidejűleg a fornix fordulásával, míg a psalterium csak később tűnik fel. Más szóval, az Ammon-szarvak messzire előre nyúlnak, minek folytán a fornix esése igen meredek, s a psalterium egészen az Ammon-szarvak alá jut. Jegyezzük meg ezenkívül a fornix longus hatalmas fejlettségét.

Ugyanily módon vizsgálódván a spalaxnál, a következőket fogjuk találni:

A 197. számú, a polus frontalis megjelenésétől számított 148. metszeten számos rost jön a basalis ganglion tájékáról, melyek a septumba kanyarodnak s a középvonal mentén felhaladva, fent ismét széjjel térnek; az egyes rostok lefutása e szerint egy függélyesen álló, befelé convex ívalakot képez. Ezen rostkéve felett szabadon maradó háromszögű septum-részben finom rostokból álló kötegek rézsütös metszetei jelennek meg, melyek alsó végükkel a középvonal felé convergálnak. A septum felső széle nem érintkezik közvetlenül a corpus callosum testével s a kettő között levő keskeny barázdát teljes hosszában *finom, kívülről és felülről jövő rostok fátyolszerűen hidalják át.*

Ezen finom rostok *képviselik* a spalaxnál az aránytalanul *gyengén fejlett fornix superior*t, mely ezen állatnál sohasem szedődik jól elhatárolható kötegbe, hanem, mint a lekanyarodó rostok menetéből látszik, a corpus callosum alatt és annak alsó rostjai

között futó rostok által képviseltetik, melyek egymással nem kötetget, hanem inkább egy *vékony, meg-megszakított lemezt képeznek*. A septumnak ezen tájon egy egészen finom hasadékszerű ventriculusa van; nyolcz metszettel odébb a fornix vízszintes szárainak kialakulása kezdődik, a kéveszerűen futó rostok eltűnnek s a septum felső harmadában erős horizontalis, kissé ívelt kötegek mutatkoznak, melyek helyén csakhamar a psalterium jelentkezik. A septum eddigi magasságából folyton veszített, míg horizontalis átmérője kissé megnőtt, a gyomrocsot képviselő hasadék felső vége kissé



3. ábra.

*C. a.* — commissura anterior; *C. c.* — corpus callosum; *C. i.* — capsula interna; *F. d.* — fascia dentata; *F. i.* — fornix inferior; *N. c.* — nucleus caudatus; *Ps. i.* — psalterium inferior; *Ps. s.* — psalterium superior; *Str. z.* — stratum zonale; *Th.* — thalamus; *T. o. l.* — tractus olfactorius lateralis; *T. o. m.* — tractus olfactorius medialis.

kitágult s mellette a fornix szárai most már teljes keresztmetszetben láthatók. Ezután a septum gyomrocsa feletti tájékon két symmetrikus ependyma részlet jelenik meg, mit az agygyomrocs hirtelen megnyílása követ, mely mint két kerek lyuk jelenik meg a septum és psalterium között; csak ezután egyesül a két gyomrocs-űr egymással és a septum üregével, mely most az egésznek alsó verticalis szárát képezi; ugyanazon metszetben, melyben az egyesülés történik, a gyomrocs horizontalis részében *ismét kerek ependyma-tömegek* jelennek meg, melyek, mint csakhamar kiderül, a már is jelentkező thalami optici csúcsának bevonatát képezik.

E szerint a gyomrocsf l és thalamus közti távolság mindössze 20 mikront tesz ki.

Midőn a gyomrocs megnyílik, a psalterium alsó része középben ketté válik s egymástól mindinkább távolodó, csúcsukkal lefelé néző háromszöget alkot; ezen háromszögek képviselik a timbriának legproximálisabb részét s közéjük s a psalteriumnak teljesen összefüggő dorsalis része közé ékelődik a 219. számú metszeten feltűnő Ammon-szarv. A gyomrocs megnyílása óta, vagyis a psalterium ventralis részének teljes szétválásától kezdve egy új alakulat látható a psalterium dorsalis részlete alatt a középvonalban, mely apró kerek sejtek tompa, csap alakú halmazából áll, dús erezettel van ellátva, s a thalamus, helyesebben ganglion habenuleához két oldalt egy-egy velős rostot nem tartalmazó vékony összekötő nyelet küld. Az Ammon-szarvnak legmesszibbre előrenyomuló része, mint azt későbbi metszetek mutatják, a fascia dentata alsó levele mellső szélének felel meg, míg a tulajdonképeni Ammon-szarv csak mintegy nyolcz metszettel később jelenik meg tőle dorsalis irányban és egy erős vízszintes rostréteg által elválasztva. Ez utóbbiak, valamint a tőle dorsalisán fekvő horizontális rostkötegek a nyúlánál látható psalterium dorsaleval analog képződménynek fogandók fel, azonban annak fejlettségét nem érik el.

A commissura anterior teste szintén ezen metszeteneken tűnven fel, spalaxnál az *Ammon-szarv*, *commissura* és a *thalamus első megjelenése körülbelül egy síkba esik*.

Ezek szerint az Ammon-szarvak a spalaxnál valamivel rövidebbek, mint a nyúlánál, minek folytán a psalterium oralis részének zöme nem alájuk, hanem eléjük kerül s a *fornix szabad része előre nagyobb ívet ír le, mint a nyúlánál*.

A fornix longus sokkal gyengébben fejlett, mint a nyúlánál s míg emennél hatalmas köteggé tömörül, addig a spalaxnál csak nehezen fedezhető fel, és ott, hol szétterül, nehezen követhető.

Vakondnál még eltérőbb viszonyokat tapasztalunk, minek oka, hogy így fejezzük ki magunkat, abban keresendő, hogy az Ammon-szarv nem nyúlik oly messze előre, mint az imént tárgyalt két állatnál, minek következtében a fornix lefutása sokkal hosszabb, a psalterium fekvése inkább vízszintes, úgy hogy e viszonyok sok tekintetben közelebb állnak azokhoz, melyeket az

embernél ismerünk. Itt a fornix, az Ammon-szarvak külső szélét elhagyva, tekintélyes darabon köttetik össze a psalterium által a túloldalival s közvetlen a corpus callosum alatt fekszik. A különbség annyira megy, hogy míg egy a tuber cinerum tájékáról vett spalaxmetszetendominál az Ammon-szarv, addig e helyen a vakondnál a thalamus felett csak a fornix és psalterium sötét tömege látszik. Hogy ezen viszonyok a thalamus felső contourjának alakulására is befolyással vannak, arról később még megemlékezünk.

*Az Ammon-szarv kiterjedésének és a fornix lefutásának szempontjából a spalax középtűt áll a nyúl és vakond között, előbbihez azonban sokkal közelebb.*

A fornix további lefutásában meglehetősen erősen van keverve gelatinosus állománnyal, körülötte *látszólag a commissurából jövő velős rostok kis sugarú íveket írnak le*, és ventralis irányban teljesen érintkezik a commissurával; lateralis irányban a már említett lapos commissura-mag simul hozzá. Később mindjobban lateralis irányba húzódik s teljesen *belső érintkezésbe jön a stratum zonale hatalmasan fejlett proximalis részének ventralis végével*, keresztmetszete, mely itt a legnagyobb, továbbvonul-tában egyre fogy, a nélkül, hogy belőle kilépő rostok volnának láthatók. Közben egyre mélyebben vonulván, a tuber cinerum régiójába jutott, s több apró kötegre esett szét.

Azon helyen, hol a Vicqu d'Azyr-féle köteg erősebben verticalis irányt vesz fel, s tőle befelé a corpus mamillare felé igyekszik, keresztmetszete *rohamosan kezd fogyni, miközben felette egy valószínűleg belőle származott rostokból alakuló diffus felhő jelenik meg*. Utolsó nyomai a corpus mamillare lateralis ganglionjainak megjelenéséig követhetők, mely tájékon túl azonban mint önálló köteg többé nem követhető.

Hosszmetszeteken igen jól látható, hogy fordulásközben a felső fornix mellső domborulatát *számos rost hagyja el s sugarzik be a septumba és ágazik szét a regio olfactoria felé*, lateralisabban fekvő metszeteken pedig biztosan constatálható, hogy a *stratum zonale*ből jövő rostok a vízszintesbe fordult fornix-szárnak (*fornix inferior*) jelentékeny részét alkotják. Az említett felhőzet magyarázatát is megtaláljuk hosszsmetszeteken azon rostok által, melyek a vízszintesen futó fornix-szárból dorsalis irány-

ban egyenként leválva, vele és egymással párhuzamos lefutás után a fasciculus longitudinalis alatti tájékon eltűnnek. Úgy látszik, hogy a spalaxnál a fornix a *corpus mamillare*-be nem tér be, hanem felette egy emlye szög képzésével jelzi csak a nyúlónál s más állatoknál észlelhető térdhajlatot.

Feleslegesnek tartom e helyen a fornix egyes részeinek bővebb megvitatásába bocsátkozni, miután a vizsgálatunk tárgyát képező állat idevágó viszonyai nem alkalmasak arra, hogy a vitához újabb anyagot szolgáltatassanak s megelégszem azzal, hogy azon adatokat, melyek mégis némikép hasznavehetők lehetnek a fornix egyes részei eredetének birálatában, erősebben emeltem ki.

Annyit azonban bizonyosnak tartok, hogy a *fornix superior* és *obliquus* egyrészt, s a *fornix inferior* másrészt, habár tartalmaznak is az egyikből a másikba menő rostokat, jelentékeny részben egészen külön származású kötegek, sőt nem lehetetlen az sem, hogy azon pályák is, melyek a fornix superiorból az inferiorba directe átmenni látszanak, a commissura felett s a stratum zonale alsó végénél található sejtesoportokban legalább részben megszakitást szenvednek.

#### IV. *Thalamus, stratum zonale, corpora geniculata, conarium.*

A látótelepek leírásánál visszatérünk mindenekelőtt azokra, miket az Ammon-szarv és fornix tárgyalásánál első megjelenésükről mondtunk. Mint említettük, a keresztmetszeten a thalamus mint két kerek szürke mag tűnik fel, melyek teljesen szabadon állnak a gyomrocsban; a septum hátsó szélével egybefüggő psalteriumtól csak egy egészen keskeny hasadék választja el. Ennek folytán a gyomrocsür keresztmetszete egészen sajátos alakot vesz fel, a mennyiben nemcsak a látótelepek felett, hanem azok alatt is van egy vízszintes ága; a középső függélyes rész lefelé az alsó ágon túl még egy rövid alsó nyúlvánnyal bir, mely oldalról a fornix horizontalis ágait tartalmazó septum-maradékok által határoltatik; az alsó vízszintes ág a psalterium felemelkedése után összeköttetésbe lép az oldalsó gyomrocsokkal, mely összeköttetés a stratum zonale (stria cornea) fejének erős fejlődése által néhány metszettel később ismét záratik. Ugyanekkor a két thalamus már



összeért a középvonalban, úgy hogy *a harmadik gyomrocs függélyes részének megszakítása folytán egy alsó keresztből és egy felső T alakú részből áll.*

Az alsó rész a commissura felett három sugarú s basisával a commissurán áll, később csak függélyes nyulványa marad meg. Helyét a thalamus alatt mindvégig megtartja; a chiasma előtt egy hosszú, keskeny, hasadékszerű nyulványt bocsát lefelé, mely alul ismét kitágul s a tágulat eltűnte után hátrafelé csak lassan fogy; ugyanily megnyúlása észlelhető a tuber cinereumban is, annak egész terjedelmén keresztül; a corpus mamillare tájékán a felső tágult rész is lefelé kezd vándorolni s emennek pedunculusai közt elhaladva végződik. A felső rész lefutása semmi különöset sem mutat fel; a commissura posterior fellépése után alája kerül, függélyes irányban erősen megnyúlik s átmegy az aquæductus Sylviibe. Tehát *a harmadik agygyomrocs függélyes része a látótelepek összenövése által két részre oszlik oly módon, hogy a két egymás alatt haladó vízszintes ág csakis elül, a foramen Monroë előtt torkollik egy harántul futó keskeny hasadékba; a felső ág átmegy az aquæductusba, az alsó pedig egészen hátra a corpus mamillareba követhető, hol annak ventralis részén vakon végződik.*

Háziynyúlál a psalterium alatt elülről hátra irányult horizontalis hasadék képviseli a foramen Monroë összekötő részét, mely, miután a thalamus oralis része lassan emelkedik ki az alaplól, felfelé emelkedik s átmegy a III. agygyomrocsnak vertikális ággal nem bíró felső ágába. Az alsó ág a thalamusnak fentebb jelzett fellépési módozata folytán horizontalis ággal nem bír és a commissura anteriorral, utóbbi oralisabb fekvése folytán, nem érintkezik.

*A III. agygyomrocsnak egy felső s egy alsó ágra való oszlása kisebb modificatiókkal fellelhető minden oly kisebb emlősnél, melynél a thalamusok a középvonalban összeforrtak; bővebben foglalkoztunk vele e helyen, mert e viszonyok pontosabb leírására eddig nem akadtam.*

Visszatérvén ezen kitérés után a látótelepek tárgyalására, 236. számú metszetünkön vesszük fel a leírás fonalát. Ezen metszeten ugyanis a thalamus laterális oldalán függélyesen futó ros-

tokból álló tömeg jelenik meg, mi nem egyéb, mint a stratum zonalenak szabad szemmel is látható nasalis vége, mely a thalamus szabad végét elülről is beborítja, úgy hogy csúcsának csak egy igen kis része marad fehér állománytól mentes. A thalamus medialis felső részén igen korán jelenik meg a ganglion habenulæ élesen határolt kerek keresztmetszete (230. sz.), melyhez a kettéváló stratum zonalenak felső része csatlakozik, hogy csakhamar hosszirányú lefutást véve, mint taenia thalami kísérje. A stratum zonale alsó része spalaxnál ezen metszeteken nem érintkezik közvetlenül a capsula internával, hanem mint tőle független erős köteg határolja a thalamus lateroventralis felületét. Belőle folytonosan kanyarodnak rostok a thalamus állományába, melyben a ganglion habenulæ felé convergálólág futnak. Jelzett fekvése folytán közte, a capsula interna s a commissura között egy háromszögű tér marad, melynek medialis sarkában a fornix inferior fekszik, felső sarkától pedig a stria terminalis halavány rostjai jönnek elő s futnak ezen területen keresztül a commissura felé.

Ha ezen háromszögletű teret mellfelé követjük, úgy kiderül, hogy a nucleus caudatus fejének egy részletét képezi, s hogy lateralis részében egy sötétebb magot tartalmaz. A stratum zonalenak említett része az, mely, mint a fornix leírásánál is megjegyeztük, emezzel intim összeköttetésbe lép s alsó részletébe jelentékeny mennyiségű rostot küld.

Ha hátrafelé követjük a stratum zonale ezen részletét, akkor látni fogjuk, hogy mint egyesül a capsula internával, melyből tulajdonképen származik. Tehát a spalaxnál a *capsula interna* nemcsak, mint látni fogjuk, hátrafelé, hanem *előre is egy hatalmas nyúlványt küld*, melynek rostjai csekély kivétellel a thalamusba sugároznak be, s így jogosan mondhatjuk, hogy *ezen állatnál a thalamusnak egy jól kifejezett mellső nyele van*. A mellső nyélnek ezen önálló erős fejlettsége a már vázolt topographikus viszonyokban leli magyarázatát.

A thalamusnak elülső részletében, nem számítva a ganglion habenulæ-t, két mag különböztethető meg: egy kisebb kerek annak felső részletében s egy nagyobb az alsó felében, mely előbbi alakban veszi körül; kettőjük között s a középvonal mentén egy egy sűrűn álló sejteket tartalmazó világos csík látható. A két

magot főleg ezen világos rétegek választják el egymástól, velős réteg közöttük nem igen látható, de különböznek egymástól még abban, hogy a stratum zonaleból jövő rostok a külső magban hosszan követhető ívekben haladnak, míg a belső magban inkább eme kötegek rézsútos metszetei láthatók.

Utóbbinak felső részében eme kötegek sűrűbben állnak s jól láthatóan vonulnak a tænia felé.

A külső mag jóval hátrább a capsula internából származó rácsozatos réteg (Gitterschicht) egy kicsúcsosodása által két részre oszlik, melyek közül a belső kisebb egyre fogy s a MEYNERT-féle köteg különválása tájékán eltűnik. Leszámítva a centralis szürke állományhoz tartozó részleteket, háromnál több magot nem sikerült megkülönböztetnem, sőt már ezeknek pontos elhatárolása is nehézségekkel jár. A vakondnál a GANSER által leírt négy magot egyáltalában lehetetlen az itt leírtakkal összhangzásba hozni, NISSEL beosztásával pedig — miután methodusa szerint festett præparátumokat nem készíthettem — nem lehet párhuzamot vonni. E magvak beosztása, bár finomabb részletekre vonatkozólag nem, megfelelne nagyjából annak, mit KÖLLIKER II. 178a metszete alapján leír, a mennyiben észleletünk alapján mi is megkülönböztethetünk egy nucleus dorsalist és egy nucleus ventralist. Míg azonban KÖLLIKER még egy corpus geniculatum laterale dorsalet és ventralet is leír, addig mi ilyenekről eddig nem emlékeztünk meg, hanem ezzel szemben megjegyeztük, hogy a nucleus ventralis két részre oszlik, melyeket fekvésük szerint nucleus ventralis medialisnak, illetve lateralisnak nevezhetünk. A corpus geniculatumról eddig nem szólottunk, mivel sorvadt voltánál fogva már különösebb figyelemre méltatandó. Eme testecske, mely más állatoknál szabad szemmel is látható, spalaxnál mikroszkop alatt is csak mint keskeny, kissé hajlott, orsó alakú szürke réteg jelenik meg a thalamus hátsó részén, melytől részben a capsula interna hátsó nyúlványából származó, ívalakú kötegek választják el, részben pedig oly rostok, melyek a thalamus külső peripheriáján s a rácsozatos rétegen keresztül futván, utóbbinak rostjait keresztezik s a thalamus felső oldalsó sarkához érve, hirtelen kanyarulattal a felülettel párhuzamos irányt vesznek fel. A corpus geniculatum alsó sarkából kevés halavány rostköteg indul lefelé, melyek a

pedunculus felett lateralis irányban convergálva, felső vége mellett eltűnnek. Nehány metszettel odább alsó vége már nem határolható el s átmegy a zona incertába s felülről egyre fogyván, csakhamar eltűnik.

A thalamusban futó rostkötegekről kevés mondani valónk van. Tisztán látható mindvégig, mint mennek a felfelé convergáló rostok a *stratum zonale felől a taenia thalami felé*, mely eleinte elég tömör köteget képez. Később rostjai egy ovalis peripheriát képeznek, mely a ganglion habenulától független sejtesoportot kerít be. Az ovalis peripherián elosztott rostok a dorsalis és ventralis oldalon erősebb kötegeket képeznek, mire az alsó részből egyre tömegesebben vonulnak rostok ventralis és lateralis irányban, s valamivel mélyebben sagittalis irányba fordulva, a Meynert-féle köteget alkotják. A benyomás, melyet e kép kelt, teljesen olyan, mintha a *Meynert-féle köteg rostjai nem a ganglion habenulaéból, hanem ezen leírt mag sejteiből vennék eredetüket, melyet ennek alapján ezen köteg magjának lehetne nevezni*. A taenia thalami, mely az ovalis köteg dorsalis részét képezte, e helyen összetömörül, s a ganglion habenulae dorsalis részéből egy keskeny segmentumot repesztve le, a pedunculus conariiba megy át. Conariumot azonban e helyen a legszorgosabb kutatás daczára sem találtam, úgy hogy hajlandó volnék azt hinni, hogy az Ammon-szarv topographikus viszonyainak tárgyalásánál leírt csap alakú sejthalmaz, mely a thalamussal a ganglion habenulae tájékára küldött, velős rostot nem tartalmazó kocsányokkal függ össze, nem egyéb, mint az előre vándorolt conarium. Ezen lehetőségéből pedig az következnék, hogy a *pedunculus conarii és a conarium között csak helyzeti összefüggés szokott lenni*, míg lényegileg egymástól függetlenek. Ezen feltevés lehetőségét támogatja az is, hogy nem valószínű, hogy *egy oly erősen fejlett commissurális jellegű köteg, mint a milyen éppen a spinalis is a taenia thalami, egy ilyen csenevészes maradvánnyal legyen szerves összefüggésben*.

A Vicqu d'Azyr-féle kötegről, a corpora mamillariákról és a regio subthalamica egvéb nem említett részeiről felemlítésre méltó észleleteink nem lévén, áttérünk a látópályák egyes részeinek tárgyalására.

## V. Szem, nervus és tractus opticus.

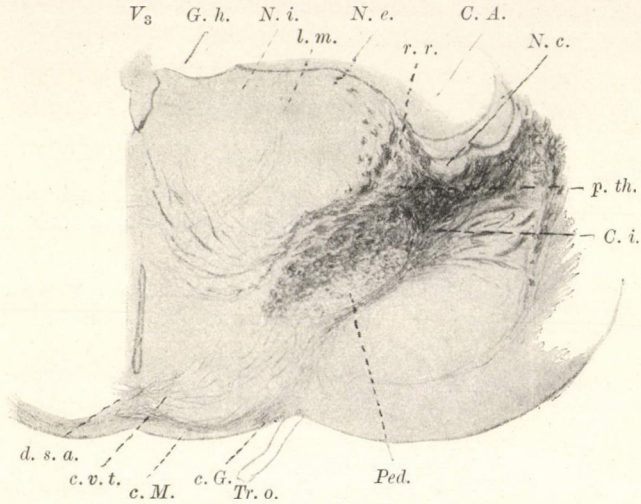
A spalaxnak szemrése nincsen: a gombostűfej mekkoraságú szemgolyó a bőr alatt sárga tömegbe ágyazva fekszik oly módon, hogy a bőr lenyúzása után abban mint fekete pontocska tűnik elő. Belőle készült metszeteken látható, hogy a corneának megfelelő részt többrétegű köbalaku hámsejtekből álló boríték fedi, mely a conjunctivalis redőnek megfelelőleg visszafordul. Szemlencsét nem találtam, ellenben temérdek pigmentsejtet, melyek a szemgolyó falához tapadó nagy halmazokban jelentkeztek. Dúcsejtekhez hasonló elemek szintén nem voltak kimutathatók. A corneával szemközt levő falról induló nervus opticusban a leggondosabb keresés daczára sem akadtam velős rostok nyomaira, s magfestő szerekkel kezelt præparatumokon *opticus helyett egy sűrű kötőszöveti elemekből álló köteg volt található*. Ennek megfelelő volt a lelet az egész tractusban, mely az egyik agyvelőről úgyis leszakadván, külön is szorgosan át lett vizsgálva; míg a másik tractus a chiasmánál válván szét, az agygyal összefüggésben vizsgáltatott.

A látóideg betérési helyének megfelelő tájék részletes leírását a következőkben adjuk.

A 269. metszeten a ventralis felszínen a középvonalat keresztező finom rostok rétege jelenik meg, melyet a felszíntől szürke állomány nem választ el, s a középvonaltól oldal felé csakhamar eltűnik. Hátrafelé haladva azt látjuk, hogy a rostréteg laterális irányban egyre tovább terjed, vastagságban is nő, s még mindig közvetlen a peripherián fekszik; néhány rost a középvonal mellett egyenesen felkanyarodik, a középvonalban egymással találkozik és eltűnik. A felkanyarodó rostok száma egyre növekszik, s a középvonalon határozott kereszteződésük látszik. Az első megjelenéstől számított nyolczadik metszeten már vékony szürke réteg választja el a köteget a ventralis felszíntől, ugyanakkor a rostok természet is megváltozik, a mennyiben lazábban fekszenek s vastagabbak, mint az eddigiek. Az említett szürke réteg csak a ventralis domborulaton fedi a köteget, míg laterális részei szabadon fekszenek; a kötegnek oldalsó részei sűrűbben fekvő rostokból állanak, s medialis végükön alsó felük rézsut metszetvén, megszűnnek. Ekkor

már dorsalisán a tárgyalt kötegtől egy másik, vele nagyjából párhuzamos és csak néhány rostból álló köteg jelenik meg, melybe az alsóból a középvonalban kereszteződő rostok mennek. E rostok elég vastagok és hullámos lefutásúak.

Követvén a leírt kötegek lefutását, azt találjuk, hogy az először megjelent s lateralis irányban elhúzódott köteg a tuber cine-



4. ábra. (285. sz. metszet.)

*C. A.* — cornu Ammonis; *c. G.* — commissura Guddeni; *C. i.* — capsula interna; *c. f. M.* — commissura Meynerti; *c. v. t.* — commiss. ventr. thalami; *d. s. a.* — decussatio reg. subthal. ant.; *G. h.* — ganglion habenulae; *l. m.* — lamina med. int.; *N. c.* — nucleus candatus; *N. e.* — nucleus externus; *N. i.* — nucleus internus; *Ped.* — pedunculus cerebri; *p. th.* — pedunculus thalami; *r. r.* — rácsosztos réteg; *Tr. o.* — tractus opticus; *V3* — harmadik agygyomrocs.

reum szélét követve felkanyarodik, a *pes pedunculi* külső oldalán felhalad, s részben *ebben*, részben a *capsula interna* hátsó nyulványa felé szétsugározva, eltűnik. A köteg második, durvább részlete ugyanezen irányt követi, s egyszer felkanyarodva, az elsőől meg nem különböztethető. Vigyáznunk kell, hogy a szóban forgó köteget össze ne téveszszük egy másikkal, mely tőle lateralisán, egy keskeny szürke réteg által elválasztva, teljesen párhuzamosan fut

s a capsula interna hátsó nyulványának egy alsó kisugárzását képezi. A dorsalis ritkás szétágazó köteg rostjait a pes pedunculi alsó polusának irányában s a rácsozatos réteg belső végeig tudtam követni.

E szerint a *tractus opticus* belépő rostjaira az egész tájékon nem akadtunk. Az első köteg megfelel a gyenge ívben hátrahajló Gudden-féle *commissurának*, a szürke állomány által fedett a Meynert-félének, mely az állatnál közvetlen az előbbihez csatlakozván, makroszkopice nem volt tőle megkülönböztethető. A dorsalisan kereszteződő ritkás rostok a *decussatio regionis subthalamicae anterior*ot képviselik. Oly rostokat, melyek a Gudden-féle commissurával együtt haladtak s a corpus geniculatum laterale felé mentek volna, egyáltalában nem találtam; ez utóbbit, valamint a nervus és tractus opticusról mondottakat egybevetve állíthatjuk, hogy a *spalax typhlus* tractusában látást közvetítő velős hűvelő rostok nem foglaltatnak.

A vakond *opticus*a tartalmaz velős rostokat, melyek a chiasmában teljesen kereszteződnek: a tractusnak egy jelentékeny része oly lefutással bír, mint a minőt az imént vázoltunk, fennmaradó része a pes pedunculi lateralis részén egy tőle nehezen elválasztható kereszt és rézsutos metszetben talált rostokból álló háromszögű területet képez, melyből állandóan sugároznak a rostok a gyengén fejlett corpus geniculatum nyelébe, a többi rostok pedig mind ferdébb irányt véve, ívalakban borítják be a külső felületét. Ezen eleinte vékony réteg később oly rostok által erősbödik, melyek valószínűleg magában a corpus geniculatumban keletkeznek. A corpus geniculatum medialet analog eredetű rostok fedik, t. i. a tractusból jövők és benne keletkezők. Miután pedig mindezen most leírt rostok a mellső ikertestbe mennek: a felületes velős réteg hátrafelé egyre gyarapszik, míg a tractus egyre fogy (GANSER).

Ezzel ellentétben *spalax*nál nem találtam a corpora geniculata egyikében sem oly rostokat, melyeknek a tractusból való származásuk iránt kétségeim ne lehettek volna. A corpus geniculatum laterale felületén velős réteg egyáltalában nem volt kimutatható s úgy látszik, hogy azon rostok, melyek a corpus geniculatum laterale belső felületén elhomulva később a corpus geniculatum mediale felszínére jutnak, a rácsozatos rétegből jönnek. Igaz.

hogy nem lehet biztosan eldönteni, vajjon azon rostokhoz, melyek a pes pedunculi felett hirtelen befelé kanyarodva, legyező alakulag terülnek szét, nem csatlakoznak-e valahol *tractus rostok*, de az bizonyos, hogy ha jutnak is beléjük, úgy semmi esetre sem önálló köteg alakjában és közvetlenül, hanem *közvetve és szétszórtan a capsula internán vagy pedunculuson keresztül*.

E ekután felesleges már párhuzamot vonni más, kifejtett látószervvel bíró állatok s a spalax között; egy pillantás a házi nyul hatalmas opticus besugárzására elegendő, hogy meggyőződjünk az óriási különbségről.

A corpus geniculatum külső rétegét képező direct tractus-rostok az ikertelepekkel lévén összefüggésben, áttérünk ezeknek tárgyalására.

#### VI. *Corpora quadrigemina, commissura posterior.*

Mint GUDDEN kísérleteivel bebizonyította, a mellső ikerdombok a mellső kötőkarok révén szoros összefüggésben vannak a látószervvel, s ma már azt is tudjuk, hogy az ebből jövő rostok annak egy bizonyos zónájában végződnek, míg egyéb részei más többé-kévesbbé ismert pályákat egyésitenek magukban.

KÖLLIKER szerint házi nyulnál három jól megkülönböztethető rétege van s azonfelül még egy felületes stratum, mely a corpus geniculatum mediale-tól a középvonalig terjed s csak igen gyengén fejlett. Egy közbeiktatott tekintélyes szélességű szürke réteg után következik a stratum opticum, mely lenn a corpus geniculatum mellett ferdén felhágó, fenn pedig hosszirányban futó, tehát keresztmetszetben talált rostokból áll. Az erre következő szürke réteg már sok keresztül-kasul futó velős rostot tartalmaz, melyek részben a harmadik fehér réteg felé futnak, mely szerinte a lemniscus folytatásának tekinthető, a mennyiben rövid kötegecskékből összerakott ive a sisak felé, részben emebbe látszik átmenni, de részben a corpus geniculatum medialeval van összeköttetésben. A legalsó réteg csupa finom, ivben futó és commissurát képező, ritkásan elhelyezett rostokból áll, melyek csak a centralis állomány felé sűrűsödnek jobban össze.

Ezen réteg rostjai a corpus geniculatum medialeből s a sub-



stantia nigrából jönnek. Spinalis irányban a kép úgy változik, hogy az opticus réteg csak keresztben metszett rostokból áll, s a lemniscus réteg csupán ívrostokból, melyek látszólag a hátsó iker-testek karjaiból, a corpus geniculatum medialeből s a substantia nigrából jönnek.

KÖLLIKER-nek két alsó rétegét tulajdonképen egybe lehet venni, mert természetük és lefutásuk körülbelül megegyezik, s fent a középvonalban, ép úgy mint az aqueductus alá kerülő részükben, annyira összefonódnak, hogy nem is lehet a kettőt egymástól különválasztani.

KÖLLIKER említi azt is, hogy macskánál a stratum zonale sokkal vastagabb, s még rajta kívül is van egy szürke réteg.

GANSER a mezei egérnél hat réteget különböztet meg, t. i. egy-egy felületes, közép- és mélyfekvésű szürke és fehér réteget. A felületes réteget a tractus opticusból származtatja, mi kétségtelenül bebizonyul, ha a réteget előfelé követjük. A középső azon rosttömegből ered, melyet mint a capsula interna hátsó folytatását irt le, mely, mint említettük, radialis rostokat ad a thalamusnak s maradékával a mellső ikertelepbe lép be. A mély réteg direct folytatását képezi a hátsó commissurának. Ezenkívül még megjegyzi, hogy a köztük lévő szürke állományon keresztül számos radialis rost fut egyik rétegből a másikba.

Vakondnál szintén megtalálta a három velős réteget, de a felső réteg (mely megfelel KÖLLIKER 2., vagyis opticus rétegének) nagy fokban atrophias; mindazonáltal, úgy mondja, látható, mint mennek beléje a rostok a corpus geniculatum mediale felületén át, sőt benne jó darabon követhetők is. Megjegyzi még, hogy ezen rostok főképen keresztirányban futnak, mi abban leli magyarázatát, hogy a corpus geniculatum mediale egészen a quadrigeminák közepéig ér, s hogy a rostok kisebb számuak lévén, hamarabb érik el azon helyet, hol végződnek, s nem szükséges, hogy sagittalis irányban vonuljanak hátrafelé. A felületes réteg rostjainak száma csekély volta mellett is még mindig *tekintélyesebb, mintsem hogy mindnyáján a gyenge tractusból eredhetnének.* A felületes fehér réteg gyengén fejlett lévén, a két felső szürke réteg nehezen választható el egymástól. A középső fehér réteg vakondnál majdnem jobban fejlett, mint egérnél; sagittalis metsze-

teken jól látható, a mint kötegei az ikerdombon átvonulnak; eredete a capsula internából különösen denevéreken látható jól, valamint oly frontál metszeten, melyek kissé hátrafelé hajlanak.

Mindazonáltal lehetséges, hogy a lamina medullaris externából és a zona incertából is jutnak rostok ezen rétegbe.

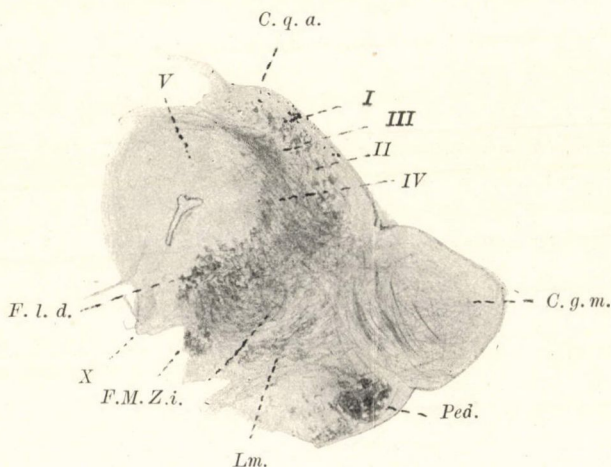
A mély velős rétegről azt mondja, hogy rostjai egyenként, de nagy számban jönnek a középsőből, miközben a középvonalban kereszteződnek. E réteg a középvonalban keskenyebb, rostjai oldal felé széthajlanak, s ezáltal, valamint keresztezetlen rostok csatlakozása által szélességben gyarapszik. Ez utóbbiak radialis irányban haladnak a mélybe, hol hirtelen kifelé fordulva csatlakoznak a többiekhez, míg a rostok másik része *ívben kerül a dorsalis hosszanti köteg alá s a ventralis sisak és a fontaine alakú kereszteződésbe mennek*. A többi rost részben a pes pedunculi, részben pedig a lemniscus felé megy, miközben a corpus genic. med. és a hátsó kötőkarok mellett ívben lefelé halad s ventralisan kereszteződik. A mély réteget a hátsó commissura rostjaitól főleg az választja el, hogy előbbi kötegei hátrafelé, utóbbiái pedig előre hajlanak. Valószínűnek tartja GANSER a mély réteg rostjainak eredetét illetőleg, hogy e rostok nem a középsőn keresztül haladva jutnak a mélybe, hanem a benne lévő sejtekből erednek; erre utal legalább a rostok vastagabb volta. Hogy a látórostoknak jelentékeny része végződik a mellső ikertestekben, ezt kétségtelennek tartja, de megjegyzi egyúttal, hogy ezzel még távolról sincs physiologiai jelentőségük kimerítve; végül megemlíti, hogy a középső rétegben vélte a látószerv további centralisan vezető pályáját megtalálni, mit azonban a vakondon tett észleletek -- hol a felső réteg atrophikus s a középső jól fejlett --- egyelőre megczáfolnak.

Megemlékezhetnénk még TARTUFFERI beosztásáról is, melyet azonban, miután felfogása tévességét GANSER kimutatta, mellőzhetünk; mindamellettt találó elnevezése -- «cappa cinerea» -- melylyel a felső szürke réteget illeti, ingen ajánlható.

*Spaláxnál*, ha a dolgot szigoruan vesszük, *csupán négy réteget* különböztethetünk meg, *vagy ha a centralis szürke állományt is beléje számítjuk, akkor ötöt. A Ganser által felületesnek nevezett fehér réteg* -- Kölliker opticus rétege -- *teljesen hiányozván, a középső szürke réteg a felsőtől* -- *ha ugyan ily rétegről az*

ikertestnek relativ lapos volta mellett egyáltalában szólhatunk — semmiben sem különbözik, s így egyet képez.

A középső réteg részutosan vagy keresztben metszett kötegeket tartalmaz, melyek egymástól teljesen függetlenül vannak elszórva; e kötegek oldalt hosszabban fekszenek a harántmetszettek síkjában, míg a középvonal felé reá körülbelül merőlegesen futnak. Hosszmetszeteken ezen kötegek nagy darabon, egészen a



5. ábra. (351. sz. metszet.)

I — felületes szürke réteg; II — első velős rostréteg; III — mélyebb szürke réteg; IV — mélyebb velős rostréteg; V — centralis szürke állomány; C. g. m. — corpus genic. mediale; C. q. a. — corpus quadr. anter.; F. l. d. — fascicul. longitud. dorsalis; F. M. — fascicul. retrofl. Meynerti; Lm. — lemniscus; Ped. — pedunculus cerebri; Z. i. — zona incerta; X — könyökben hajló és kereszteződő rostok.

hátsó ikertelepekig követhetők, de nem dönthető el biztosan, hogy velük milyen összeköttetésben vannak, lehet, hogy beléjük is nyomulnak, de lehet, hogy más módon végződnek. Ugyancsak hossz-metszeteken látjuk igen jól azt is, hogy ezen réteg hátrafelé egyre vékonyodik, látszólag azonban a nélkül, hogy hosszirányú rostjainak száma kevesbednék, melyek oralis részében szétszórtabban, caudalis vége felé tömörebben futnak; laterálisabban fekvő metszeteken látható azon tudtommal eddig még nem ismert dolog,

hogy a *hosszirányú rostok kötegei egyfolytában követhetők egészen a stratum zonale-be, helyesebben taenia thalamiba*; természetesen nem volt eldönthető, hogy az egyes rostok ezen kötegek teljes hosszában végig futnak-e.

A mély rétegbe a középsőből aránylag kevés rost megy át, semmi esetre sem lehet az itteni fonatot a házinyul dús plexusához hasonlítani. Igen szépen látható rostjainak keresztesződése a ventralis sisak keresztesződésben s gyakran követhetők egyes rostok is, a mint a keresztesződésben hirtelen egy hegyes szögű könyökben meghajolva, a túloldalon ismét felfelé haladnak. *Meynert-féle fontaine alakú keresztesződésnek nyoma sincs; a keresztesződés viszonyát az oculomotorius magvakhoz s hiányát a spalaxnál tekintetbe véve, azon gondolatra jöhetünk, hogy lehetséges, hogy rostjai a felfogó készüléktől a mozgó magvakhoz vezető pályákat képviselnek.*

Hoszmetszeteken látjuk, hogy a mély réteg, ellentétben a felületessel, hátrafelé függélyes átmérőjében egyre gyarapszik s caudalis része felé egyre tisztábban oszlik két rétegre; a megoszlás a medialis sikhöz közel eső metszeteken látszik legjobban. A két réteg közül a felső harántul metszett tömör kötegei által tűnik ki, s legnevezetesebb sajátága, hogy a *hátsó ikertest elé érve, hirtelen felkanyarodik, s belé folytatódván, annak felső réteget képezi.*

A középső rétegnek mellső részében egy eddig még szintén le nem irt keresztnetszetben kerek, hoszmetszetben ovalis magra akadtam, mely a középvonalhoz közel, a commissura posterior eltűnése után jelentkezik, s a mellső ikerdombok kezdetének legmegbízhatóbb jelét képezi.

A mag sok finom velős rostot tartalmazván, meglehetősen sötét s nem lehetetlen, hogy a középső réteg rostjainak egy jó része belőle veszi eredetét.

A spalax ikerdombjain tett észleletek megengedik azon következtetést, hogy a *felső velős réteg összes rostjai a tractusból erednek, vagy a látás szervével legalább is oly szoros összefüggésben vannak, hogy ennek elcsenevészésével maguk is sorvadnak.* Viszont a középső réteg említett hosszú pályája és magja pozitív bizonyítékot szolgáltatnak az iránt, hogy ezen réteg — ha tartalmaz is a látószervvel szoros összefüggésben levő

*pályákat - naggyobbára mégis egyéb physiologikus functiókat szolgál.*

Végül még néhány megjegyzést óhajtok tenni a commissura posteriorról a mellő ikerdombok mély rétegének lefutását és egymással való összefüggését illetőleg.

Általában azt szokás mondani, hogy a mély réteg direct folytatását képezi a commissura posteriornak, melytől főleg abban különbözik, hogy míg előbbinek rostjai előre hajló ívben futnak, addig utóbbi rostjai hátra hajló íveket irnak le.

Ezzel szemben házi nyulon, egéren, morgán és spalaxon tett észleleteim szerint ezen elkülönítés így nem állhat meg, mert mint egy pillantás egy medialis hosszszínszetre vagy horizontalmetszetre, vagy egy frontalmetszet series átvizsgálása igazolja, a *commissura posteriorhoz tartozónak kell tekintenünk azon hatalmas kötegekből álló, felfelé kissé homorú lemezt*, mely az aqueductus megjelenésétől kezdve hátrafelé süllyedő síkot képez egészen azon pontig, hol hirtelen megszakadván, belőle és vele szöveget képezve, megjelenik az ikerestnek sokkal gyengébb kötegekből álló és épen ellenkező irányban hajlott, tehát felfelé domború mély lemeze. Keresztmetszeten ezen viszony olyképen jelentkezik, hogy a commissura posterior felett egy vékony kötegekből álló réteg tűnik fel, mely miután a commissura teste eltűnt, ennek középen megszakított íve felett egy másik ívet képez. Hosszmetszeten igen jól látható a mellő rövid, erősen markirozott, felfelé concav ív, melyből szögben emelkedik ki a második, finom kötegekből álló, felfelé convex boltozat. Ha így különítjük el a két részletet, akkor azt látjuk, hogy a commissurának fő része szintén hátra futó rostokból áll.

*A két részletnek illetően való felosztását indokolja rostjaiknak lefutása is, a mennyiben a commissura anterior rostjai, ellentétben a mély réteg rostjaival, a ventralis sisak kereszteződésben nem vesznek részt, hanem a lemniscus belső végénél, részben pedig a zona incertában gomolyagot képezve, látszólag előbbivel függnek össze.*

Végül csak röviden megemlítjük, miután hiányuk különös topographikus alakulásokat nem okoz, hogy a szemmozgató idegeknek magvaiból s rostjaiból semmi sem volt felfedezhető. Ezen szempontból a lelet teljesen azonos a vakondnál találhatóval, s bővebb tárgyalás nem szükséges, de nem is igen lehetséges.

#### Forrásmunkák.

1. BECHTEREW: Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig 1898. — 2. EDINGER: Vorles. über den Bau der nerv. Centralorgane. Leipzig 1896. — 3. FOREL: Sitzungsber. der k. Akad. d. Wiss. in Wien. LXVI. III. 1872. — 4. FOREL: Arch. f. Psych. VII. 393. l. 1877. — 5. GANSER: Morpholog. Jahrbuch. 1882. VII. 591. l. — 6. GANSER: Arch. f. Psychiatrie. 1879. IX. — 7. GUDDEN: Arch. f. Psychiatrie. 1872. II. 356. l. — 8. GUDDEN: Arch. f. Psychiatrie. 1872. II. 693. l. — 9. GUDDEN: Arch. f. Psychiatrie. 1881. XI. 424. l. — 10. GUDDEN: Arch. f. Psychiatrie. 1881. XI. 428. l. — 11. KÖLLIKER: Handbuch der Gewebelehre. Leipzig. 1896. Bd. II. — 12. LEURET ET GRATIOLET: Anat. comp. du syst. nerveux. Paris. 1857. — 13. OBERSTEINER: Anatomie der nervösen Centralorgane. Wien. 1897. — 14. TARTUFFERI: Riv. sperim. di fren. e med. leg. 1878. — 15. VAN GEHUCHTEN: Anat. du syst. nerveux de l'homme. Louvain. 1877. — 16. ZUCKERKANDL: Über das Riechcentrum. Stuttgart. 1887.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900. október 22.-én tartott üléséből.)

# AZ ÉGI TESTEK FEJLŐDÉSE ÉS A FÖLD KORA.

(I. közlemény.)

KÖVESI-IGETHY RADÓ I. tagtól.

Magára hagyott, gömbalakú és egész tömegében gázállományú égi test isentropikus egyensúlyt vesz fel. Ezen egyensúly jellemző állandója minden molekulárisan egyenlő szerkezetű gáz számára egyenlő és ennél fogva az égi test — míg a gáz molekuláris összetétele ugyanaz — tetszés szerinti térfogat változása mellett is ugyanazon egyensúlyban marad. Vagy más szavakkal: bármely a gömb belsejében tetszés szerint fekvő két részecske hőmérsékletének, nyomásának és sűrűségének viszonya minden időben ugyanaz. Az égi test időbeli változása tehát egyetlenegy részecskéjének, pl. a középpontinak fejlődésén követhető, de e változás az állapot differenciálegyenletéből nem adódik.

Ha ugyanis

$$x = \frac{\rho}{r} \quad 1)$$

valamely részecskének a gömb középpontjától a sugár egységeiben kifejezett távolsága és

$$y = \frac{\theta}{\theta_0} \quad 2)$$

ugyanezen részecskének abszolút hőmérséklete lemérve a középponti hőmérséklet által, akkor az állapoti egyenlet \*

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{2}{x} \frac{dy}{dx} + q^2 y^{k-1} = 0, \quad 3)$$

---

\* Az égi testek spektruma. Math. és Természettud. Ért. XVII. k. 127. l.

melyben

$$q^2 = \frac{3(k-1)}{\alpha k S} \frac{r^2 s_0^2}{p_0}, \quad 4)$$

ha  $k$ -val jelöljük a két fajhő viszonyát,  $\alpha$ -val és  $S$ -sel a Föld közepes sugarát és sűrűségét, végül  $s_0$ -lal és  $p_0$ -lal a gázgömb középponti sűrűségét és nyomását.

Ha az égi test időben megváltozik és sugara eredeti értékének  $\frac{1}{m}$ -edére száll le, akkor minden részecske sűrűsége  $m^3$ , nyomása a felületnek és a nehézségi gyorsulásnak együttes változása folytán  $m^4$ -szeresére emelkedik. A gáztörvény értelmében tehát a hőmérséklet is eredeti értékének  $m$ -szerese lett. Ha tehát a kezdeti értékeket a megfelelő gót betűkkel jelöljük, akkor

$$r = \frac{r}{m}; \quad s = m^3 s; \quad p = m^4 p; \quad \theta = m \mathfrak{T}, \quad 5)$$

a mely egyenletekből azonnal látni, hogy a 4) alatti  $q^2$  mennyiség valóban invariáns, míg  $k$  is az.  $\eta$  tehát az időtől független, és a Poisson-egyenletek miatt a  $\frac{\theta}{\theta_0}$ ,  $\frac{p}{p_0}$  és  $\frac{s}{s_0}$  viszonya is az.

Különösen fontos ama megjegyzés, hogy a 3) egyenlet egyáltalán minden egyensúlyi állapotra érvényes, a mely

$$\frac{p}{s^k} = \text{const.} \quad \infty \geq k \geq 1 \quad 6)$$

szabály szerint létesül. Az egyensúly azonban  $k$  szűkebb jelentőségénél fogva csak akkor isentropikus, ha  $\frac{5}{3} \geq k \geq 1$ .

Noha az állócsillagok időbeli folytonos változásáról eddig vajmi keveset tudunk, ily irányú tanulmányok már az által is indokoltak, hogy az égen az időbeli fejlődést több egyén különböző állapotján térbelileg egymás mellett észlelhetjük.

RITTER A. vonta be először vizsgálódásaiba az idő szerepét,\* még pedig az 5) egyenletek útján.  $m$  eliminatioja által a követ-

---

\* Anwendungen d. mech. Wärmetheorie auf kosmolog. Probleme. Leipzig, 1882.



kező alakban írhatók:

$$p^3v^4 = \text{const.}; \quad v\theta^3 = \text{const.}; \quad \frac{p}{\theta^4} = \text{const.} \quad 7)$$

és RITTER nyomán a kosmogonikus görbe vetületei gyanánt tekintethetők a  $p$ ,  $v$ ;  $v$ ,  $\theta$  és  $p$ ,  $\theta$  koordinátasíkokra.

Igaz, hogy ezen egyenletek független változó gyanánt nem a folyó időt hozzák be, hanem az  $m$  sugar-kisebbedést, melynek összefüggése az idővel azontúl is ismeretlen marad. Mindamellett egynehány érdekes eredmény már így is levezethető. Az 5) egyenletek elseje és utolsója szerint

$$\theta' = \mathfrak{T}r, \quad 7')$$

vagyis bármily részecske abszolút hőmérséklete (és a bevezetőleg kimutatott elv szerint az egész gömbnek közepes és középponti hőmérséklete) visszas arányban áll a gömb mindenkor sugarával.

Mintthogy ezen egyenleteket későbbben általánosabb szempontból sikerül levezetni, a mi egyszersmind a bennök előforduló számfaktorok ismeretéhez is fog vezetni, vele kissé bővebben foglalkozhatunk.

A Nap középponti hőmérséklete  $\theta_0$  kiszámítható, ha anyagi minőségére nézve valamelyes feltevést teszünk.\* Ha hydrogenből állónak tekintjük, a mi mellett e hőmérsékletnek alsó határát nyerjük, az eredmény  $\theta_0 = 31,89 \times 10^6$ . A midőn a Nap tömege a KANT-LAPLACE-féle felfogás értelmében még végtelenül ritka állapotban volt, bizonyára az üres tér hőmérsékletével bírt. Ha ezt POUILLET-vel —  $146^\circ \text{C}$ -ra teszszük (a mely feltevés ellen természetesen nyomós érvek hozhatók fel), akkor a Nap ez időben a Neptunus 39-szeres távolságára vagy a legközelebbi állócsillag távolságának  $\frac{1}{235}$ -éig nyúlt. Ily távolságon túl tehát transneptunikus bolygó keresése elméletileg is meddő munka.

Ha a legközelebbi állócsillagok közepes hőmérséklete és azok térbeli eloszlása ismeretes lesz, a 7') egyenlet megfordítva a tér hőmérsékletének meghatározására is vezethet. Ha MAEDLER-nek

---

\* Az állócsillagok tengelyforgásáról. Math. és Természettud. Ért. XVII. köt. 583. l.

(szintén vitatott) számításai szerint felvesszük, hogy a Plejádok csoportja körül vont gömbön belül, melynek sugara  $36,28 \times 10^6$  naptávolság, mintegy 2 millió állócsillag van, összesen  $118 \times 10^6$  Nappal felérő tömeggel, akkor kiszámítható minden állócsillagnak kezdeti közép terjedelme. Ha ezt a tér hőmérsékletével betöltötte, e hőmérsékletül  $-235^\circ \text{C}$ . adódik.

Minthogy a 3) egyenlet csupán az állapot térbeli eloszlását adja, szükségképen a feladat teljes megoldása egy második egyenlet felállítását követeli. A legközelebb fekvő gondolat a hővezetés egyenletének bevezetése. Későbbi alkalommal kevésbé kifogásolható módszert is fogunk találni.

### A hővezetés egyenlete.

Rétegenként homogen gömbnek egy  $\rho$  és  $\rho + d\rho$  sugarak közé foglalt héjában időegységenként

$$-4\pi\rho^2 d\rho c \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial \rho^2} + \frac{2}{\rho} \frac{\partial \theta}{\partial \rho} \right)$$

hőmennyiség halmozódik fel, ha a hőáramlás végtelenül szomszédos pontok között a hőmérséklet különbségével arányos. A  $c$  arányossági faktor, a hővezetés állandója, ama hőmennyiség, mely a hosszegységgel egyenlő vastag gázréteg felületegységén átáramlik, ha a réteg két párhuzamos felületének hőmérséklet-különbsége  $1^\circ \text{C}$ .

Másrészt a nevezett héjban foglalt hőmennyiség megváltozása az időegység alatt

$$\frac{\partial}{\partial t} (4\pi\rho^2 d\rho c_v s \theta)$$

alakban is írható, ha  $c_v$  az állandó térfogat melletti fajhő. Szilárd testek esetében az  $s$  sűrűség állandónak tekinthető, gázoknál ellenben a  $c_v s \theta$  szorzat  $\frac{p}{k-1}$  által helyettesítendő. Ennélfogva nyerjük a következő egyenletet

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -c(k-1) \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial \rho^2} + \frac{2}{\rho} \frac{\partial \theta}{\partial \rho} \right), \quad 8)$$

mely relativ értékek behozatala mellett 1), 2) és a Poisson-féle

$$\rho = \rho_0 y^{k-1}$$

egyenlet alapján

$$y^{\frac{k}{k-1}} \frac{\partial \rho_0}{\partial t} = -c(l-1) \frac{\theta_0}{r^2} \left( \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \frac{\partial y}{\partial x} \right) \quad 8')$$

alakban is írható.

A mennyiben végtelenül szomszédos rétegek hőmérsékletkülönbsége az isentropikus állapotnál sem lehet véges, ez egyenlet még akkor is érvényes, ha belső sugárzás és áramlás esete forog fenn, feltéve természetesen, hogy a convectiv hőátvitel most is a szomszédos részek végtelenül kis hőmérsékletkülönbségével arányos. A  $c$  állandó jelentősége ez esetben módosul, számértéke pedig convectio esetén *tetemesen nő*.

A BOYLE-GAY-LUSSAC-féle törvény igénybevétele mellett a 3) és 8') egyenlet egyesíthető. Az eredmény  $\rho$ -ben negyedrendű parciális differenciálegyenlet, melynek megoldása tetemes nehézségekbe ütközik. Minthogy azonban az egyensúlyt térbeli eloszlásában már ismerjük és a bevezetésben mondott elvnel fogva az időbeli változás egyetlen pont változásával adott, az említett egyenlet képzésétől eltekinthetünk, és beérhetjük azon egyszerű eredménnyel, mely a két egyenletből  $\left( \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \frac{\partial y}{\partial x} \right)$  mennyiség eliminatioja által adódik. Ez

$$y \frac{d\rho_0}{dt} = cq^2(l-1) \frac{\theta_0}{r^2} \quad 9)$$

alakú teljes differenciálegyenlet. A hővezetés egyenlete mellé szegődő határfeltétel, melynek értelmében a gázgömb felületi hőmérséklete állandóan null, magától talál kielégítést, a mennyiben a 9) egyenlet mindkét oldala  $y$ -nak positiv hatványával volt megszorozva, mely a felületen eltűnik.

Ha a mi legegyszerűbb is — a középponti részecske változását keressük, akkor az időtől amúgy is független  $y$  az egységgel egyenlő. Az 5) egyenlet segítségével  $m$  vezethető be, s ennek egyenlete

$$\frac{dm}{dt} = \frac{c}{4} (k-1) q^2 \frac{\mathfrak{T}_0}{r^2 p_0}, \quad (10)$$

melyben  $r$ ,  $\mathfrak{T}_0$  és  $p_0$  az idő kezdetére, tehát  $t=0$ , vagy  $m=1$  értékre vonatkoznak. Ez egyenletnek más alakja

$$\frac{dm}{dt} = \frac{cq^2}{4c_v} \frac{1}{r^2 \mathfrak{s}_0}, \quad (10')$$

melyben már csak a sugár és a középponti sűrűség szerepel.

A mennyiben tisztán hővezetéssel volna dolgunk, a  $c$  állandó a kinetikai gázelmélet értelmében

$$c = 1.53 c_v \eta$$

alakjában is kifejezhető, ha  $\eta$  a belső súrlódás együtthatóját jelenti. E mennyiség nem állandó, hanem az abszolút hőmérsékletnek valamely  $2/3$  és  $3/4$  között fekvő hatványával arányos. Nem lenne nehéz e függést a  $10'$  egyenletben tekintetbe venni; de minthogy  $c$  egyéb úton történő hőátvitelt is foglalhat magában, melynek a hőmérséklettel való összefüggését nem ismerjük, legegyszerűbb, ha e együtthatót általánosan állandónak tekintjük.

Az idő kezdetén  $m=1$  lévén a  $10'$  egyenlet integrálja

$$m=1 + \frac{cq^2}{4c_v} \frac{t}{r^2 \mathfrak{s}_0}, \quad (11)$$

azaz a contractio az idővel egyenletesen nő, még pedig annál lassabban, minél nagyobb  $c_v$ ,  $r$ ,  $\mathfrak{s}_0$ , és minél kisebb  $q^2$ , azaz minél nagyobb  $k$  s ezzel együtt a fajlagos térfogat. Különböző egyenlő viszonyok között tehát az egyatomos gázokból álló égi testek zsugorodnak leglassabban.

Az 5) egyenletekkel együtt 11) megadja most már az állapotot minden időben.

Ha az égi test korát azon pillanattól fogva számítjuk, melyben a KANT-LAPLACE-féle felfogás értelmében anyaga még végtelenül elszórt állapotban volt, akkor 11)-ben  $m=0$  teendő és

$$T = - \frac{4c_v}{cq^2} r^2 \mathfrak{s}_0 \quad (12)$$

adja e kort. A negatív előjel természetesen az időszámítás irányát jelöli. Ezen egyenlet, még egyszerűbb alakba hozható. Ha 4)-ből  $q^3$  értékét helyettesítjük és a latin betűk helyett a gót jeleket tesszük, akkor

$$T' = - \frac{c_v c_p g}{c f \pi} \mathfrak{T}_0, \quad (12')$$

ha  $f$  a tömegvonzás állandója, mely az által került a kifejezésbe, hogy a Föld közép sűrűségét a nehézségi gyorsulása és sugara által fejeztük ki. Ezen egyenlet értelmében valamely égi test kora egyszerűen pillanatnyi középponti vagy közepes hőmérsékletével is arányos, a mi a 7') egyenlettel analog eredmény.

Az égi testek folytonos spektruma oly mélyen fekvő rétegből való, mely a rája nehezedő nyomás folytán már némi közelítéssel az abszolút fekete testtel azonosítható. Ekkor  $\mathfrak{T}$  hőmérséklet helyett a spektrumban fellépő intenzitásmaximum  $\mu$  hullámhosszaságának reciprok értéke vezethető be. Ugyaníly közelítéssel mondhatjuk, hogy a világűrben az anyag egysége miatt  $\frac{c_v c_p}{c}$  állandó közel ugyanaz, és ezért írható

$$T' = - \frac{C}{\mu}, \quad (12'')$$

a hol  $C$  egy új állandót jelent. A VOGEL-féle spektráltípusok, melyek osztályozási elve első sorban a  $\mu$  értékétől függ, tehát csak ugyan physikai jelentőséggel bírnak, mint ezt VOGEL már évekkor elelőtt sejtette.

Minthogy a  $c$  állandóba ismeretlen mértékben befoly a convection is, czélszerű lesz ez állandót egészen eltüntetni, a mi a sugárcontractio behozatala által lehetséges. Az 5) és 10') egyenletből következik ugyanis

$$\frac{dr}{dt} = - \frac{c q^2}{4 c_v} \frac{r^2}{r^3 \mathfrak{S}_0}, \quad (13)$$

és énnélfogva a 11) egyenlet ez alakot ölti

$$m' + 1 = \frac{r}{r^2} \frac{dr}{dt} + 1 \quad (14)$$

vagy a jelenre alkalmazva, midőn  $r=r$  és  $\frac{dr}{dt} = s$ :

$$m = 1 - \frac{s}{r} t. \quad (14')$$

Az idő tehát, mely alatt a sugár  $r$ -ről  $r = \frac{r}{m}$ -re fogyott, adva van

$$t = (1 - m) \frac{r}{s}. \quad (14'')$$

által. Később látni fogjuk, hogy ezen kifejezés ugyanaz, mintha a sugárzás az egész  $t$  idő alatt állandó lett volna, és ebből következik már is, hogy  $t$  a valódi contractio időnek csak alsó határát adhatja.

Úgy ezen, mint a később levezetendő eredmények közvetlenül a Föld korának meghatározására szolgálhatnak. Szemben a tisztán geológiai módszerekre alapított korszámításokkal, a melyek a Föld kérgének csak nagyon hozzávetőlegesen ismert physikai állandóiból indulnak ki, a KANT-LAPLACE-féle feltevés álláspontjára helyezkedem. Ennek értelmében a Föld keletkezése amaz időbe teendő, a melyben a Nap teste egészen a Föld pályájáig nyúlt. Az alap — igaz — most is hypothetikus ugyan, de a számítás nem vonatkozik többé a Föld ismeretlen magaviseletű anyagára, hanem a Nap gázállományára, a mely most magas hőmérséklete mellett, régebben tetemes ritkasága folytán nagy mértékben megközelíti az ideális gázok tulajdonságait. Ha a Nap sugara

$$r = 695,44 \times 10^6 \text{ meter,}$$

akkor a Földpálya sugara  $\frac{1}{m} = \frac{r}{r} = 214,94$  teendő.

A Nap jelenlegi évi sugárcontractioja, mint később látni fogjuk,  $s = 161,2$  m. E szám egyetlen feltevése, hogy a Nap kétatomos gázból áll. A nevezett állandókkal a  $14''$ ) egyenlet a Föld korát 4,284 millió évre szabja, a mely érték alsó határul tekintendő.

Mint előre várható, más, sőt lényegesen másrendű számokhoz jutunk, ha abból a feltevésből indulunk ki, hogy a  $12$ ) egyenlet  $c$  állandója csupán csak hővezetésnek tudandó be.

Normális állapotú hydrogen számára a belső surlódás coef-

ficiense

$$\eta = 0,000\,093 \left( \frac{cm^2}{sec} \times \text{vízsűrűség} \right),$$

és értéke  $\theta$  absolut hőmérsékletnél  $\alpha^n \theta^n \eta$ , a hol  $\alpha$  a kiterjedési coefficientens és  $n = \frac{1}{2} \left( \frac{2}{3} + \frac{2}{4} \right)$  egy korábbi megjegyzés alapján. A 11) egyenlet helyett tehát a következőt nyerjük:

$$m^{1-n} = 1 + \frac{1.53 \alpha^n \eta q^2 \mathfrak{T}_0^n}{4r^2 s_0} (1-n) t.$$

A Nap közép sűrűsége a Földének  $\frac{1}{4}$ -ével egyenlő. Isentropikus, kétatomos gázú gömbben a középponti sűrűség 23-szor akkora, tehát a vízhez képest  $s_0 = 31,79$ , és egyszersmind ily gömb számára  $q = 5,36$ .  $\eta$  méretei folytán 1 centiméterekben fejezendő ki, a mire az időt másodpercekben nyerjük. A Nap középponti hőmérsékletével adódik azután a Föld kora  $t = 3330$  billió év.

Ily rendű különbséget hiába iparkodunk megmagyarázni a használt számértékek hibás voltából és az elméletnek kétségkívül létező fogyatékoságából. Mindamellet becses adat, mert meggyőzően mutatja, hogy a Nap belsejében radiális áramlások vannak, melyeknek a 11) és 14') egyenletek összevetéséből számítható circulatio - coefficientense méterre és másodperczre vonatkozólag 37900. Ekkora hőmennyiséggel több szállítatik másodperczenkint a soláris áramlat által egy méter vastagságú rétegen át kifelé, mint befelé. Minthogy a napfelület minden négyzetmétere másodperczenkint 21510 kilogrammkalóriát sugároz, tehát a Nap felülete alatt fekvő kisugárzó rétegen át kifelé ennyivel több hő áramlik, mint befelé, a circulatio imént talált értéke nagy valószínűséggel bir.

Ha ama réteget, a mely a Nap hősugárzása szempontjából a felület helyett vehető, egynegyed napsugárnyira helyezzük a látható felület alá, akkor a megfigyelt hősugárzás teljesen összhangba hozható a talált számadattal.

Isentropikus kétatomos gázgömbben mintegy két százaléknyi pontosságig

$$y = \frac{\theta}{\theta_0} = 1 - x$$

és ennélfogva a hőmérsékleti gradiens állandó, és méterenkint  $0^{\circ},046$ . E számadattal és a hőcirculatio coefficientisével együtt megbecsülhető az anyagátvitel intenzitása is a Nap belsejében. Az eddigi számadatok szerint az anyagátvitel sebessége 175 m. másodpercenként.

Habár e vizsgálódások a feladatul kitűzött problémát a benne rejlő physikai állandóknak ez esetben kétség nélkül meg nem adható értelme folytán nem tudták megoldani, mégis époly fontos tényt derítettek ki, a mennyiben kimutatták és jellemezték a Napban létrejövő áramlásokat. Ezeknek felületi hatása a spektroskop segítségével már régen tanulmány tárgyát képezte és kiindulásul szolgálhat a Nap-tevékenység megfelelőbb elmélete számára.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 október 22.-én tartott üléséből.)



## A RETYEZÁTI TAVAK ALSÓBBRENDŰ RÁKJAI.

SZILÁDY ZOLTÁN-tól.

Az 1898. és 1899. év nyarán a Földtani Intézet igazgatóságának és dr. SCHAFARZIK FERENCZ kir. osztálygeologus úrnak jóvoltából a Retyezát hegység faunáját és geológiáját tanulmányoztam. Nekik kell első sorban hálás köszönetet mondanom, hogy lehetővé tették azt a munkát, melynek első eredményeit jelen dolgozatomban foglaltam össze.

Retyezáti gyűjteményemből egyelőre a *crustaceák* csoportját választottam részletesebb vizsgálódás tárgyául. Nem azért tettem ezt, mintha tudományos érdekesség szempontjából különbséget akarnék tenni az állatország csoportjai közt; hanem azért, mert rövid utunk alatt épen ezen csoportra vonatkozólag gyűjthettem legtöbb adatot s ezek a fajok elterjedési és életviszonyainak áttekintését is lehetővé teszik. Tárgyam nem új; de azt hiszem, mit sem von le érdekességéből az a tény, hogy a négy főtónak és környékének mikrofaunáját már dr. DADAY JENŐ is vizsgálta két kirándulása alkalmával. (Lásd: Daday: Adatok a Retyezát tavai crustacea faunájának ismeretéhez. Természetrajzi Füzetek, 1883. és Daday: A magyarországi tavak halainak természetes tápláléka. 1897.) Eredményeink egybevetése a fauna változékonyságára bizonyíték; de másrészt e munkám jóformán az összes retyezáti tavakra kiterjed s így DADAY kutatásait mintegy kiegészíti.

Ki kell azonban emelnem a hiányokat is. A tavak kutatásában, csónakkal nem rendelkezvén, az esetleges siktükri és fenéki faunáról adatokat nem szerezhettem. Remélem, hogy egy utánam jövő szerencsésebb bűvár majd ezt a pontot sem hagyja figyelmen kívül, sőt eljön talán az az idő, mikor a magyar kutató felültheti megfigyelő barakját a tengerszemek partján s óráról-órára kísér-

heti figyelmével ama kis lények nyüzsgő életét, melynek a sátorban éjszakázó, esővel, hóval, fagygyal harcra kelő kiránduló csak perczeket szentelhet.

Tárgyam feldolgozásában legfőbb segédeim voltak DADAY, DE GUERNE, RICHARD, SCHMEIL, HELlich, STINGELIN, VAVRA stb. dolgozatai, a melyeket helyenként közelebbről is idézek.

A dolgozatom alapjául szolgáló gyűjteményt a Nemzeti Múzeumnak adtam át. Ugyanott végeztem jelen munkálatomat, a melyhez az irodalmi segédeszközöket DADAY JENŐ dr. múzeumi őr és egyetemi m. tanár úr volt szives átengedni. Ezért és szívélyes útbaigazításáért e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki.

★

## I. rend: COPEPODA. Evezőlábúak.

### I. család: CYCLOPIDAE.

#### 1. *Cyclops serrulatus* FISCH.

A Retyezát legközönségesebb Cyclops-faja, mely tíz különböző helyen akadt hálómba. Hazánkban mindenütt közönséges s a Retyezáton 2100 m. a legfelső állomása.

#### 2. *Cyclops vernalis* FISCH.

Két helyen találtam, ú. m. a Galbina völgy tócsáiban s a Pelaga-havas kisebbik tavában. Úgy látszik e faj helyt enged a *Cyclops strenuus*-nak, mert a Zseminye-, Zenoga-, Bukura- és Feketetőban, hol DADAY J. gyűjtötte, én már nem találtam meg. A tátrai tavakban gyakori faj s így függélyes elterjedésben a 2000 m.-t megközelíti.

#### 3. *Cyclops affinis* SARS.

Hazánk erdélyi részének néhány pontján él e faj s a Retyezáton csupán a Buta Mic névvel jelölt völgy-circus egy tócsájában találtam 1600 m. tengerszín feletti magasságban, érett him és nőstény példányokban.

4. *Cyclops strenuus* FISCH.

Jellemző alakú 5. lábpárja s villájának szőrözete révén könnyen felismerhető s teljesen megegyez SCHMEL kitűnő rajzaival. Négy nagyobb tóban találtam, többnyire 2000 m.-nél magasabb fekvésű helyeken. A Tátrában is gyakori faj.

*Cyclops sp. indet.*

Több tóban találtam még a *Cyclops*-nemnek éretlen példányait, melyek valószínűleg a fenti nemek egyikéhez, talán a *Cyclops strenuus*hoz tartoznak.

## II. család: HARPACTICIDAE.

5. *Canthocamptus staphilinus* JUR.

Jelentékeny mennyiségben találtam a Zseminye völgy-fő több tavában, de a Zenoga-tóban, hol 1883-ban DADAY néhányat még talált, ma már nem él. Hazánk több helyén s így a Tátrában is feltalálható; én 2100 m. magasságnál feljebb találtam.

## III. család: CALANIDAE.

6. *Diaptomus bacillifer* KÖLB.

Ez érdekes fajt a Retyezáton a Fekete-tóban már DADAY gyűjtötte s ott és a Pelaga-csoport kissebbik tavában én is nagy mennyiségben találtam. Ismertető jele a hímek csápján a harmadik végizből eredő, pálczikaforma nyúlvány, melynek hossza és alakja kissé ingadozó. Kölbél balatoni példányokról írja le e fajt \* s DADAY több pusztai jellegű tavunkban találta. De előkerült a Tátra, Szibéria és az Alpok tavaiból is; Briançonban BLANCHARD 2400 m. magasságban találta. Alkalmam volt a RICHARD szívessé-

---

\* KOELBEL: Carcinologisches. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. 1884.

géből kéznél levő alpesi példányokat a mi pusztai állatainkkal összehasonlítani, de lényeges különbséget köztük nem találtam. Megjegyzem azonban, hogy minden termőhely példányai közt találtam oly nőstényeket, a melyeknek 5. lábpárján a külső ág karomvége kifelé hajlott s egyszersmind csak külső, és nem, mint rendszeren, a belső szélén fogazott. Sőt átmenetes alakok is vannak, a melyeknek karma egészen egyenes és kívül-belül fogazott. Kérdés, vajjon e különféleség összefüggésben van-e az ivari élet működéseivel?

### 7. *Diaptomus tatricus* WIERZ.

Mint új fajt Wierzejsky a tátrai tavakban lelt példányok alapján írta le.\* A Retyezáton már DADAY J. felfedezte s bővebb leírását is adta. (Természetrajzi Füzet. 1890.) Én a Retyezát legközönségesebb rákjának mondhatom: 13 helyen gyűjtöttem 1850 m.-tól 2200 m.-ig, tócsákban, tavakban és tőzegfenekű vizekben egyaránt. Ismert jellemvonásaiban nem tapasztaltam eltéréseket. Megjegyezhetem, hogy a nőstény 5. lábpárján mindig egyízű belső ágat (endopodit) találtam, a mely végén két kis sertéből s finom hyalin szőrkoronából álló felszerelést visel.

Jól megkülönböztethetők a kifejlett nőstények, melyeken az utolsó tor-szelvény dorso-lateralis részei egy-egy körteforma, elálló dudorra füződtek le s majdnem fedik a ventro-lateralis részből megmaradt kis oldaldudort; a dorsal-dudorokon két tövis ül, egyik a csúcson, a másik befelé, a megfelelő utópotroh-tüskével szemben. E berendezések élettani célját nem ismerem; miután csak érett példányokon vannak meg, másodlagos ivari jellegeknek volnának tekinthetők.

---

\* Az orosz nyelvű leírás fordításban megvan DE GUERNE et RICHARD: Revision des Calanides d'eau douce cz. művében. (Mem. de la Soc. zool. de France 1889.)

## II. rend: OSTRACODA. Kagylósrákok.

## I. család: CYPRIDAE.

8. *Cypria ophthalmica* JUR.

E fajt VAVRA (Monographie der Ostracoden Böhmens, 1891.) leírása szerint határozta meg, a melylyel teljesen megegyez. Két kisebb tó és a Fekete-tó fenekén találtam s az adatok szerint az utóbbi hely (2014 m.) legmagasabb hazai lelhelye.

9. *Eucypris conchacea* JUR.

VAVRA VENCEL Monographie der Ostracoden Böhmens cz. műve szerint e faj csak *Cypris incongruens*-nek határozható meg, bár attól lényegesen eltér, pl. más a villa-szörözete s kagylói egyáltalán nem «incongruensek». Azért DADAY J. közlése alapján és engedelmével a fenti nevet alkalmazom, az ő sajtó alatt levő művében leendő új fajbeosztás szerint. Érdekes eset, hogy e fajt, mely nem a magas fekvésű helyek lakója, mint vendéget megtaláltam a Retyezát fő völgyvonalán, a Nagyvíz (Riu Mare) melletti úti pocsolyában, a *Moina brachiata* társaságában.

## III. rend: PHYLLIPODA. Levéllábuak.

## I. család: LYNCEIDAE.

10. *Chydorus globosus* BAIRD.

A retyezati példányokat jellemzi az utópotroh oldalainak finom sertézete, a mely az analis dudor tájékán a legfeltűnőbb e körülményt az auctorok nem említik. Ritkán találtam a *Chydorus sphaericus* társaságában.

11. *Chydorus sphaericus* O. F. MÜLL.

A legközönségesebb fajok egyike. A legtöbb esetben végkarmain legalább finom sertézetet találtam, a mit HELMICH a *Chy-*

*dorus punctatus* bélyegének tekint; \* de STINGELIN ezt mint a *sphaericus* rendes sajátságát veszi fel szövegben és rajzban.\*\* STINGELIN alapos méreteket ad e faj alakváltozatairól a gömbös alaktól a tojásdadig (a mely HELLICH szerint már *Chydorus globosus* volna), sőt a *Chydorus coelatus* névvel jelölt faj-változatot is megtalálta, főleg a fiatalok közt. Mindezekből azt következtetem, hogy a *Chydorus coelatus* nem biztos faj, a *Chydorus sphaericus* pedig változatokban kapcsolatos a *Chydorus globosus*-sal. Ily átmenetes alak lehet a *Chydorus punctatus* HELL. E nehezen megkülönböztethető fajok kérdését természetesen csak a leírt eredeti példányoknak s nagyobb terület adatainak részletes összehasonlításával lehetne eldönteni.

## 12. *Alona affinis* LEYD.

Közönséges faj, a mely a Retyezáton a legmagasabb fekvésű tavakban is megvan (2100 m.) s a Tátrában is gyakori; területem nyolcz pontján gyűjtöttem. Igen jó ábráját (utópotroh) láttam STINGELIN említett könyvében. Az *Alona oblonga*, a melyet DADAY a Fekete-tóban talált, csak utópotrohának alakja által térhet el tőle némileg. E különbség oly átmenetes, hogy én hivatkozva HELLICH-re (Die Cladoceren Böhmens, 1886.), nem tartom külön fajnak ezen alig eltérő példányokat.

## 13. *Alona intermedia* SARS. (1. és 2. ábra.)

E fajt DADAY *Alona guttata* névvel jelölte MÜLLER P. E. «Danmarks Cladocera» című művének jó rajza és diagnózisa alapján. Később a «Naturhistorisk Tidsskriftben» (1868/9. 355. lap) MÜLLER korrigálja a helyes diagnózis elé tévedésből került *guttata* nevet *intermediára* s ez alapon módosítottam én is DADAY adatát. SARS csak hiányos leírását adja e fajnak s azért a bűvárok, úgy látszik, némileg eltérő alakokat egyesítettek e név alatt. HELLICH és STINGELIN *intermediájának* szemfoltja sokkal nagyobb a

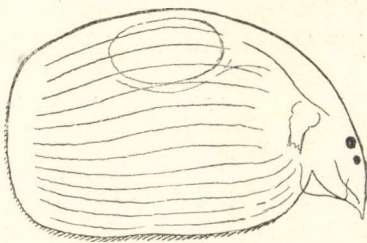
\* Die Cladoceren Böhmens 1886.

\*\* Die Cladoceren d. Umgebung von Basel. Revue Suisse de Zool. 1895.

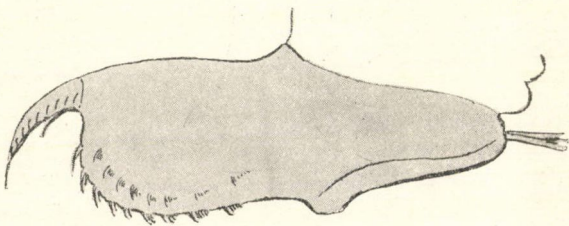
szeménél, ellentétben a MÜLLER-féle és a retyezāti példányokkal. MÜLLER rajzai pedig rhombos-terecs-kés héjat ábrázolnak domború hasi éllel, holott STINGELIN határozott hosszvonalzatot és hullámos ventral-élet említ.

A Retyezáton a Papusa stina feletti kis tóban (1870 m.) és a Buta stina melletti tócsában (1600 m.) találtam e faj nőstényeit.

Elegendő adatom nincs annak igazolására, hogy példányaim az *Alona intermediát*tól lényegesen különböznek, illetve, hogy a megfigyelt finomabb részletek a külföldi példányokon nincsenek meg; azért most csak a főbb tulajdonságokat sorolom elő:



1. ábra.



2. ábra.

1. Alakja rövid, tojásdad, kerekded hátsó és gyengén homorú hasi peremmel.

2. Héja 13 éles barázdával csikozott.

3. Szemfoltja kerekded s szeménél kisebb.

4. Utópotroha kerekített végű; végkarma gyengén rovátkolt; az utópotroh oldalán szörpamatok sora ül; szegélyének tüskesora egy magános tüskével kezdődik; utána 3—4 kettős és 2—3 hármas tüskecsoport s több apró tüskesor következik, a melyek az analis dudorig folytatódnak. A szegélytüskék nem divergálnak, hanem párhuzamosan állnak s köztük mindig az első a leghosszabb. (2. ábra).

5. Hossza : 0.48 mm.



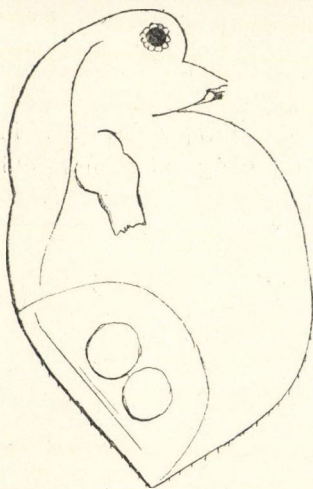
## II. család: DAPHNIIDAE.

14. *Moina brachiata* JUR.

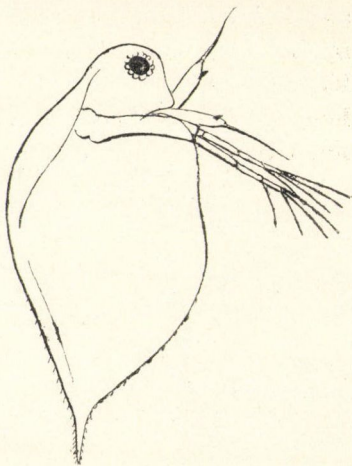
A Riu Mare vagy Nagyvíz mellett, az említett eső-tócsában találtam az *Eucypris conchacea* társaságában s így csak mint vendégfajt sorolom a Retyezát állatvilágába.

15. *Daphnia alpina* DADAY. (3—6. ábra.)

Eddig csak a Retyezátról ismert faj, melyet Daday talált egy tócsában csak nőténypéldányokban. A «Magyarországi Cladocerák



3. ábra.



4. ábra.

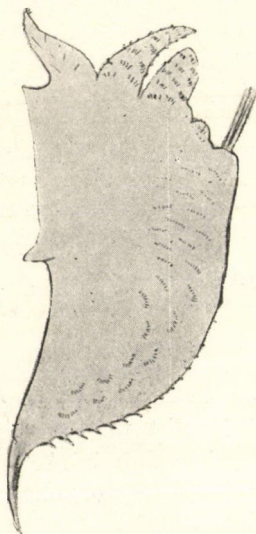
magánrajzában» található rövid latin diagnózis alapján C. L. HERRICK és C. H. TURNER a «Synopsis of the Entomostraca of Minnesota» című dolgozatban külön faj gyanánt ismertetik; ellenben RICHARD csak alakvarietasnak tartja s a *Daphnia obtusa*-hoz csatolja. Miután én a Nechis és a Giudele völgy-fő tőzeges alju tócsáiban nemcsak az ehippiumos nőtényeket, hanem a hímeket is megtaláltam és azokat a *Daphnia obtusa* hímjétől eltérőknek találtam, a *Daphnia alpina* DADAY faji értékét megerősítem. Példányaim leírása a következő:

Hossza: ♀ = 1·5—2·1 mm.; ♂ = 0·8—1·0 mm.

A nőtény feje széles; hossza a test hosszának  $\frac{1}{4}$ -e; hom-



loka domború, mellső éle mély, szegletes bevágással; csőre hegyes (3. ábra). A fornix fejlett s a szemig terjed. A héj széles, nyújtvánja teljesen hiányzik, háti fekvésű, tompa szögletben végződik, holott az *obtusa* nyújtvánja még az ephippiumon is megmarad, ha egyébként le nem törött. A héj föllete szabálytalan, sokszöges-terecskés. A vakbél rövid, egyenes. A potrohnyújtványok közül az elsőnek csak végén vannak serték, a második és harmadik erősen fejlett és sertecsoportokkal fedett, mint az utópotroh oldala is. Az utópotroh többnyire 14 szegélytüskét visel s végkarmán egy



5. ábra.



6. ábra.

tizenegyfogu fő- s egy mellékfésű van. (5. ábra). Ezzel szemben az *obtusa* nőstényének első potrohnyújtvánja a leghosszabb s ennek csak végén vannak serték, a harmadik széles félkörös; utópotroha pedig rendszeren 11 szegélytüskét visel s végkarmán nyolczfogu fésűt.

A hím feje kerekded, homloka kissé homorú. (4. ábra). A dorsál-él a fej mögött erősen kipúposodó, a mi a testnek jellemző rhombos alakot ad. A héjnyújtvány rövid, egyenes s a középvonalba esik; szélei s a héj peremeinek hátsó harmada ritkán tüskézettek. A héj szabálytalan, sokszöges diszítésű.

Az első csáppár oly hosszú, mint a második uszósérték nélkül; tőize hajlott, hengeres, belső oldalán a vége előtt érzőszőrök-ből álló ecset, külső szélén egy finom szőrszál ül; ostora oly hosszú, mint a tőiz s hajlott. Az utópotroh első nyujtványa mindig igen hosszú és sűrűn sertézett, a második sima és fejletlen, a többi hiányzik (6. ábra). Az utópotrohi oldalán finom sertesor, hátí élén pedig 8-9 szegélytüske van; a végkarom kettős fésűje négy-négy fogu.

Mint főjellegek kiemelendők:

1. Mindkét ivar feltűnő alaki körvonala.
2. A karom- és szegélyfogak száma.
3. A him potrohának nyujtványai.
4. A him első csáppárjának szerkezete.

Ez utóbbi ugyan megegyez a RICHARD-féle leírásban a *Daphnia obtusa* himének csáppjaival, de annál inkább eltér a szerző, KURZ rajzától, ki a szövegben is a flagellumot az érzőpálczikáknál csak kevésbé hosszabbnak mondja. (Dodecas neuer Cladoceren. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1875.)

#### 16. *Daphnia obtusa* KURZ.

Néhány agyagos fenekű állóvízben találtam e faj nőstényeit. DADAY az *obtusa* mellett egy új fajt is állít fel \* a réteyzáti faunában s ez a *Daphnia brevispina*, a melynek leírásában faji értékű eltérést nem találtam s ezért a RICHARD véleményéhez csatlakozva, azt azonosnak veszem a *Daphnia obtusa*-val. A petés nőstények pánczélnyujtványa mindig a középvonalba esik s gyakran még az ephippiumon is megmarad. A főfésűn 7, a potroh-szegélyen rendszeren 11 fogat számláltam. A Tátrában is él s a «Tengerszem» vize egyszersmind legmagasabb hazai termőhelye (1550 m.).

#### 17. *Daphnia longispina* var. *Leydigi* HELL.

A jégkori eredetű tengerszemekben (1900-2200 m.) kö-zönséges állat. Hozzá számítom — RICHARD \*\* nyomán — azokat

\* A magyarországi cladocerák magánrajza. 1888.

\*\* Revision des Cladoceres. Ann. d. Sciences Nat. 1896.

a mellékfésű nélküli *Daphnia*-fajokat, melyeket DADAY a Retyezát faunájára vonatkozó dolgozataiban *Daphnia longispina* és *Daphnia lacustris* néven említett. Az utóbbiról ugyanis RICHARD \* azt írja, hogy e név alatt legtöbbször a *Daphnia longispina* valamely változata szerepel az irodalomban. Az eredeti, SARSTÓL és RICHARD-tól leírt *Daphnia lacustris* jellegei valóban nincsenek meg a retyezāti példányokon. Külön fajnak tekintem azonban feltűnő különbségeinél fogva a *Daphnia Zschokkei* (lásd 18.), a melyet RICHARD a *Daphnia longispina* változatai közé vesz. Ilyen esetekben a változatok felállítása nem indokolt s már csak az egyszerűbb elnevezés érdekében is kerülendő.

Hogy a helyesbített elnevezés zavart ne okozzon, röviden ismertetem gyűjtött állataimat.

Állandó jellegük a potroh szerkezete, a mely alól csak a zseminyei példányokon volt némi eltérés (rövidebb első nyujtvány). A potroh három fejlett nyujtványt visel; ezek első kettője tövön összenőtt s hosszú (a kissé rövidebb II.-nak végén lehajló tüskés-kék vannak), a harmadik félkör alakú. Mindhárom majdnem meztelen. Az utópotroh oldalain finom sertesorocskák vannak elszórva, a melyek a szegélytüskék (10—14, rendszeren 12) felett 2—3 majdnem párhuzamos sorba csatlakoznak. Az utolsó szegélytüskék rendszeren kettős, hármas fésűcskévé válnak el. A végkarom sarlós és finoman, egyenletesen sertézett. Magam csak nőstényeket találtam; az érettek 2—2.2 mm. hosszúak, a rövid héjtüskét nem számítva. Formájuk változó és pedig tapasztalásom szerint a nagysággal arányosan; tehát az ily alakváltozatok valószínűleg nem varietások, hanem egymásutáni nemzedékek. E kérdés mindenestre physiologiai értelmezésre vár s addig az irodalom leírásainak RICHARD-féle összegezése sem ad felvilágosítást.

#### 18. *Daphnia Zschokkei* STINGELIN. (7. ábra.)

Az előbbi fajnak RICHARD-féle változatai közt ez volna a legjobban jellemzett; ezért és különleges elterjedésénél fogva czélszerűbb, leírója nyomán, külön fajnak tekinteni. STINGELIN \*\*

\* U. o.

\*\* Zwei neue Cladoceren. Verh. d. Natf. Ges. Basel. 1897.

fedezte fel a Grand Saint Bernardon (2600 m.) s azóta csak Finn- és Norvégországban találták. Ezért szükségesnek tartom a most még ritkának látszó állat hazai példányait ismertetni.

Főbb jellegei:

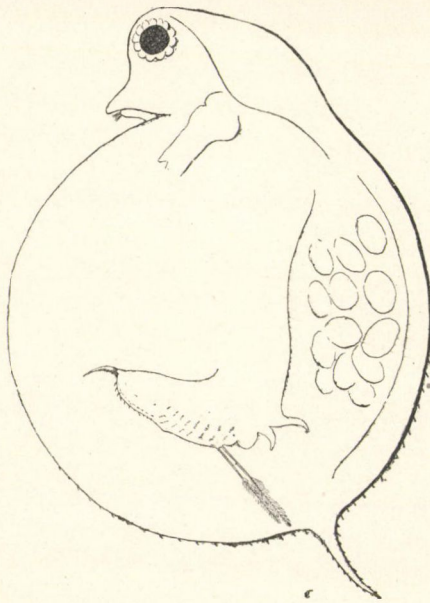
1. a kemény, sárga-barna héjak, a melyeknek alakja (a fejtől eltekintve) nagyon megközelíti a szabályos kört;

2. a rövid s hátfelé hajlott héjnyújtvány;

3. a széles, homorú homlokvonallú fej, a hegyes orr és

4. az érett nőstények nagyszámú nyári petéje (20—25).

Hossza: 2—2.5 mm.



7. ábra.

Egyebekben meglehetősen hasonlít a var. *Leydigihez*. Némi példányon gyenge mellékfésű is észlelhető; az utolsó szegélyfogak itt is gyakran kettősek vagy hármassak.

Ezen jellemző havasi állatokat a Retyezáton épen csak a legmagasabb fekvésű kis tavakban találtam, a melyek köves fenekűek, sekélyek s télen befagynak. E tavak a Bukura-csúcs alatt és pedig annak nyugati és északkeleti oldalán vannak 2100—2200 m.

magasságban a tengerszintől. E faj hazánk állatvilágára érdekes új adat.

### III. család: BRANCHIPODIDAE.

#### 19. *Branchipus diaphanus* PREV.

E faj hazánkban eddig csak a Retyezát és a Bucsecs havasokon találatott, Zemplén megyéből a *Chyzeri* DAD. varietása ismeretes.

DADAY J. retyezáti kirándulásakor a Fekete-tóban és egy a Zenoga-tó melletti tócsában találta meg e csinos állatokat. Az előbbiben most is sok a *Branchipus*, az utóbbi helyen azonban csak egy jóllakott, tarajos götte társaságot találtam helyettők. Elterjedésükre sok új adatot szereztem, a mennyiben még a Dobrun völgyfőnek több tavában, a Bukura-tó három szomszédos tavában, a Boresku-, Vurvu Petri és a Giudele-circus több tócsájában, utóbbi esetben tözeges alju vízben is találtam őket. Érdekes, hogy ez ideiglenes tócsákban mindig sok és nagy (16—20 mm.) példányt találtam, míg a nagyobb tavakban vagy egyenként uszkáltak, vagy igen aprók voltak (5—10 mm.), mint pl. a Bukura feletti kis tóban és a Fekete-tóban. A halak miatt a Zenoga-, Zseminye- és Bukura-tóból kiveszett. A feljegyzett termőhelyek a tengerszín felett 1850—2100 m. magasságban vannak. DADAY 16 év előtti adatait tekintve véve, e pompás színezetű állatkákat a Retyezát állandó lakóinak tekinthetjük, bár én második útam alatt sok helyen tapasztaltam, hogy számuk apadt.

### IV. rend: AMPHIPODA. Felemáslábúak.

#### I. család: GAMMARIDAE. Bolharákok.

#### 20. *Gammarus pulex* DEGEER.

A bolharák a retyezáti patakok egyetlen alsóbbrendű rákja; egy helyen azonban tóban is találtam. E tó a Boresku-csoport központi medenczéjében fekvő kettős tó, melyen lassu kis ér fut végig s benne hideg forrás is fakad; tehát teljesen állóvíznek nem mondható.



Az itt leírt 20 faj közül a Retyezát faunájában még nem voltak említve a következők:

*Cyclops affinis*,

*Eucypris conchacea*,

*Moina brachiata* és

*Gammarus pulex*, továbbá a

*Daphnia longispina* var. *Leydigi* és a

*Daphnia Zschokkei*, a melyek hazánk faunájára is újak; végre új adat a tudományban a *Daphnia alpina* himje.

Ezen adatok kiegészítésére fel kell még sorolnom azon fajokat, a melyeket az említetteken kívül DADAY gyűjtött a Retyezáton, de én nem találtam s ezek a következők:

*Cyclops alpestris* DADAY, melynek néhány nőténye a Zenogában találtatott.

*Cyclops nivalis* DADAY, melyet SCHMEIL *Cyclops strenuus*-nak vél. Az eredeti példányokat nem láttam, de miután én *Cyclops strenuus*-t több tóban találtam, lehetőnek tartom, hogy e néven annak a rendestől eltérő, tiz csápizú példányai irattak le.

*Canthocamptus ornatus* DADAY. (E fajokat eddig máshol nem találták.)

*Canthocamptus echinatus* MRZ. DADAY szerint a Bukurából.

*Alona Leydigi* SCHÖDL., melyet DADAY a Zseminye-tóban talált néhány példányban.

*Camptocercus Lilljeborgi* SCHÖDL., melynek néhány üres héjvázát DADAY a Zseminye-tóban találta.

*Daphnia Schöfferi* BAIRD., melynek néhány példányát DADAY a Zseminye-tóban gyűjtötte.

*Daphnia caudata* SARS. DADAY szerint a Zenogából.

Különösen érdekesek még a következők:

*Cyclops viridis* JUR.

*Cypris ornata* MÜLL. O. F.

*Daphnia pellucida* MÜLL. O. F.

*Daphnia psittacea* BAIRD.

Ezek mint esőpocsolyák lakói csak ideiglenesen szerepeltek a Retyezáton (Pelcsinye) s így természetes, hogy ottjártamkor már nem találtam meg őket.

Nem említem itt külön azon fajokat, melyek adataimban

más néven szerepelnek (*Alona guttata* = *A. intermedia*, *Alona oblonga* = *A. affinis*, *Daphnia brevispina* = *D. obtusa*, *Cyclops agilis* = *C. serrulatus*, *Diaptomus castor* = *D. tatricus*).

★

Az itt felsorolt állatfajok a Retyezát kisebb-nagyobb állóvizeit népesítik be, kivéve a *Gammarus pulex*-et, mely a tavak közül csak azokban él, melyeken víz-ér fut keresztül.

Magukat ez állóvizeket tüzetesebb vizsgálat alapján négy földrajzi típusba csoportosítottam s meglepetéssel győződtem meg arról, hogy e típusok külön-külön saját fajokkal is bírnak. A tavak szerinti megoszlás adatainak mellékelte táblázatos összeállításából ugyanis meggyőződhetünk arról, hogy *a crustacea-fajok megjelenése szoros összefüggésben van az illető víz fizikai természetével.*

Ennek igazolására röviden ismertetem a felkutatott vizek viszonyait a fentebb kiemelt négy típus szerint.

1. Mint az agyagos síkságokon, úgy a hegységek tágasabb völgyeiben is eső után itt-ott *zavaros vizű tócsák* keletkeznek, a melyek aztán néhány nap múlva ki is száradnak. Ezek a tócsák hihetetlen gyorsan népesülnek be néha azon csiráktól, melyeket a megelőző szárazság alatt oda hordott a szél, vagy maga a zivatar légáramlata. Ilyen tócsát egyszer a Nagyvíz völgyében találtam, 635 m. magasságban s a völgytoroktól mintegy 7 km. távolságra. Benne szinte hemzsegett az *Eucypris conchacea* és a *Moina brachiata* - két közönséges faj, mely csak látogatóba tévedhetett a havasok bércei közé, hol különben eddig nem találtatott. De egy hónap múlva már csak kiszáradt helyüket találtam. Hasonló vizet talált DADAY a Pelcsinye mellett egy lapos gerinczen, a hol a fentebb említett *Cyclops viridis*, *Eucypris ornata*, *Daphnia pelucidu* és *psittacea* fajok éltek.

Az észak-déli irányú fővölgyek mentén így beszármazott fajok épűgy *nem állandó lakói* a havasoknak, mint az átvonuló vándormadarak. Ha ki nem szárad kis tócsájuk, akkor a legközelebbi zápor mossa el a létküzdelemnek ez apró harczosait. Miután az említett helyek északi fekvésűek s miután a déli szelektől el-

zárja őket a havas-vonulat széles, felhőtörlesztő háta, azért faunájuk nyilván csak a Hátszegi medenczéből származhatik.

2. Magasabb fekvésűek (1600- 1900 m.) azon kisebb víztükrök, a melyek helyenként a fensikok rétjeit tartikják. Többnyire oly horpadásokban keletkeztek ezek, a melyek eredetileg egy gleccser-vonulat oldalfülkéi voltak, de a vizek hordalékai által már majdnem betöltettek; tehát mindenkor *aggyagos fenekűek*. Ezeknek életviszonyai a legkedvezőbbek s ezekben találtam *legtöbb állatot* (10 faj). A Buta stina melletti fűféle növényekkel volt benöve, ellenben a Barascul völgyi és a Papusa-tócsa vize csak apró algáktól piroslott. A Galbina-patak felett pedig 5—6 ilyen horpadási tócsa sorakozik az északi lejtő párkányán. Ezeknek lakói közül a *Cyclops affinis*, *Alona intermedia* és *Daphnia obtusa* fajokat emelem ki, mint olyanokat, a melyeket más természetű vízben nem találtam. Megjegyzem azonban, hogy itt valószínűleg ismét a bevándorlás jelenségével van dolgunk, mert a Stenuletye-Dreehsan vízválasztó gerincztől északra sehol sem található *Alona intermedia* és *Cyclops affinis* bizonyosan a Román Zsil völgyéből jutottak a Buta melletti, inkább ideiglenes jellegű tócsába, sőt az *Alona* még innen is tovább az 1600 m. magas hágón fekvő Papusa-tóba. Ezek tehát elég joggal sorozhatók a vendégfajok közé s a Buta- és Papusa-tócsa eddigi legmagasabb fekvésű termőhelyük hazánkban.

3. Míg az említett két typus az alhavasi regiohoz tartozik, addig a másik kettő: a tőzeglápok és tengerszemek a valódi havasok körére szorítkoznak s nem terjednek túl a jégkorszak hóhatárán, a mely itt, a legalsó végmorénákat tekintetbe véve, átlag 1900 m.-ben állapítható meg.

A hegygerincz ágai közé eső széles, kerek völgy-circusok firn-gyűjtők voltak akkor s belőlük rövid jégárok («karr») nyultak le a völgyekbe. Ezeknek visszavonulását jelölik azon végmorénák, a melyek mint sorozatos harántkőgátak a vízereket tavakká, tengerszemekké dagasztják fel. Ugyancsak a gleccser-marás helyén keletkeztek azon tőzegtelepek is, a melyeknek szakadékait itt-ott víztükrök lepik. E *tőzegfenekű* vizekben nem minden faj él meg; csak a közönséges *Branchipus diaphanust* s a *Diaptomus tatricust* találtam meg bennök a jellemző *Daphnia alpínán* kívül, a melyet



viszont kizárólag csak a Giudele és Nechis völgyfők tőzeglápjaiban gyűjthettem. Azonban több hasonló természetű vízben, melyen gyenge kis ér futott keresztül, egyetlen állatot sem találtam.

4. A legtöbb tó azonban *glacialis eredetű, kőfenekű* mélyedményben foglal helyet. Valamennyi 1900 és 2200 m. tengerszín feletti magasságok közt található, egy felette fekvő tóból, vagy egy forrásból veszi eredetét, lefolyása pedig a moréna torlasz kőszanczán át tör utat. Tehát nem abszolút állóvizek. Vízük nyáron is igen hideg, különösen azoké, a melyeket egy-egy állandó hófolt olvadéka táplál. Mélységük, a partlejtésből ítélve, alig lehet 15–20 m.-nél több s egy részük oly sekély, hogy télen fenéig befagy. A mélyebb tavak azonban valószínűleg télen sem fagnak be fenéig s véleményem szerint ennek tulajdonítható, hogy a *Branchipus*, mely mint tudjuk, a jég alatt is megél, e tavakban folytonos továbbszaporodása miatt nem lesz oly nagy, mint a télen befagyó tócsákban lakó s így időszakonként pibent petékből kikelő társai. Az élettani okot egyelőre nem tudjuk, de a peték telelése és az ivadékok nagysága közötti összefüggés biztosan felismerhető.

E tavak életviszonyairól azt kell még feljegyeznem, hogy táplálóvizeik kristálytisztá voltánál fogva iszaplerakódásuk igen csekély; a fenék tiszta, kövezetszerűen fekvő gránitdarabjain különösen a legmagasabb fekvésű tavakban – alig találunk némi üledéket, vagy az is inkább a kövek helybeli elmálásának terméke. Ezért gyér itt a növényzet is és a legmagasabb szintájon már szabad szemmel nyomát sem látjuk a vízi vegetationnak. Ez is egyik oka e tavak fauna-szegénységének, a melyről még alább is fogok szólni. Edényes vízi növényeket csak a Skerisoara, Zenoga és Boresku tavakban találtam. Feltehető még az is, hogy a Skerisoara-, a Zseminye- és a Fekete-tó gazdag faunája összefüggésben áll a partok dús fűnemű vegetációjával, mert a rétről bepottyánó rovarok hullái bizonyosan nem egy alsóbb szervezetnek adják meg a létfeltételeket. Viszont a Kis-Zenoga-tó alatti regényes fekvésű, tőzegfenekű kis tónak faunahiányát annak tulajdonítom, hogy a környező törpefenyő (*Pinus Mughus Scop.*) áthatolhatatlan rengetege mintegy átfiltrálja a légáramlatokat s ezzel megakadályozza az organikus csírák odajutását. A tengerszemekben találtam a *leg-több fajt* (15).

Általában némely tóban sok, másban kevés, vagy alig egy pár állatkát találtam; sőt akadt olyan is, a melyben egy sem volt. Ennek oka a fent elsorolt körülményeken kívül vagy az, hogy az illető tavon (pl. a Bukura völgy több tava) nagy sebességű patak fut át, a melynek sodra még a partoknál sem enged menhelyet az ár ellen úszni nem tudó apróságoknak, vagy az illető tó kedvezőtlen helyzete; ha t. i. oly szűknyílású völgykatlanban fekszik, a melyet az uralkodó szélirányok felől magas gerincez véd. Szép példák erre a Vurvu Mare-csoport délre nyíló völgyzugaiban fekvő gyönyörű kis tótükrök. Csak az egyikben találtam hosszas keresés után egyetlen *Cyclops strenuus*. A Buta stina feletti tóban sem találtam crustaceákat; pedig a stina melletti kis, gyepes tócsában több érdekes faj akadt. A leggazdagabb faunát tartalmazó tavak túlnyomóan a kelet-nyugoti irányu főgerincztől északra vannak, mint a Zeminye- és a Fekete-tó a környező kisebb víztükrökkel együtt; a mi ismét azon fent említett kapcsolatot igazolja, a mely az uralkodó északi szelek révén a Retyezát és a Hátszegi róna crustacea-faunája közt fennáll.

A tengerszemekben is találunk a többi közt egy oly fajt, a mely más jellegű tavakban elő nem fordul; ez a *Daphnia Zschokkei*.

De a tengerszemek legtöbb faja a három első kategóriában felsorolt vizeket is kerüli; ezek a következők:

*Cyclops serrulatus*,  
                   *strenuus*,  
*Canthocamptus staphilinus*,  
*Diaptomus bacillifer*,  
*Alona affinis*,  
*Daphnia longispina* v. *Leydigi*,  
                   *Zschokkei*,  
*Gammarus pulex*.

Ellenben az agyagos fenekű tavakban is találhatók a tengerszemek lakói közül a

*Cyclops vernalis*,  
*Cypria ophthalmica*,  
*Chydorus globosus* és  
                   *sphaericus* fajok.

Végül a *Diaptomus tatricus* és *Branchipus diaphanus* a re-

tyezáti tavak valódi cosmopolitái, a melyek csak a Nagyvíz melletti esőpocsolyában hiányoztak.

Érdekes dolog, ha Daday adataira támaszkodva a crustacea-fauna mai állapotát a 15 év előttivel összehasonlítjuk, mint azt fentebb tettem. A változás egyik okául itt is, főleg az északi tavakra vonatkozólag az alkalmi bevándorlást adhatjuk. Azonban a Bukura- és Zenoga-tó faunájának feltűnő elszegényedése csak az ezen tavakban élő pisztrángoknak tulajdonítható; a hol Daday 1894-ben egy 15 cm. átmérőjű 18 m.-es vizoszlopban 0·06—0·08 gr. eleven állatot talált, ott én 1898-ban alig néhány rákocskát foghattam; egyes fajok a régiek közül kihaltak. 1899 nyarán pedig a Bukura-tóban *egyetlen rákocskát sem találtam*. A halak elszaporodtak azóta, de ezek sem nőnek oly nagyra állítólag, mint a mikor még több volt — «a főka».

\*

Az elmondottakat a következőkben lehet röviden összegezni.

I. *A retyezáti állóvizekben jelenleg 20 crustacea-faj él.*

A legközönségesebbek:

Diaptomus tatricus,  
Chydorus sphaericus,  
Daphnia longispina v. Leydigi.

A legjellemzőbbek:

Daphnia alpina,  
Daphnia Zschokkei,  
Branchipus diaphanus.

II. *A tavak úgy genesisük, mint jellemző faunájuk szerint négy jól megkülönböztethető típusba sorozhatók.*

Ezek a következők:

1. Időleges eső-tócsák.
2. Állandó agyagos fenekű tócsák.
3. Tőzeges fenekű vizek.
4. Tengersizemek.

III. *A crustaceák életére s elterjedésére legnagyobb befolyással van:*

1. A tavak fekvése és fenék-talaja.

2. A fenék és a part vegetatioja.
3. A víz vegyi és hőállapota, továbbá mélysége.
4. A víz és a légkör mozgásviszonyai.

\*

Gyűjtésem adatait a mellékelt táblázatban állítottam össze. A völgy-circusok apróbb tavait, ha megegyező természetűek, feljegyzéseimben nem választottam külön.

### FÜGGELÉK.

Mióta jelen munkámat befejeztem (1899 november), két nagy fontosságú mű jelent meg, a melyek tárgyuknál s irányuknál fogva rokonok az enyémmel. Nem mulaszthatom el, hogy ezekről megemlékezzem, miután jórészt épen ezen munkák megjelenése bátorított szerény megfigyeléseim közzé tételére.

E munkák egyike: G. BURCKHARDT: Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. (Inaugural-Dissert. Extrait de la Revue Suisse de Zoologie, 1899.) Geneve 1900. Szerzője a Vierwaldstädti-tó biológiájának kutatásához előtanulmányul írja le a schweizi tavak siktükrének állatvilágát, főleg systematikai irányban. Kutatásait épen velem egy időben végezte; de mivel ő csak az ú. n. planktonra, a tavak pelagikus lakóira volt tekintettel, a melyeket én sajnálatomra épen nem gyűjthettem: azért adatainkban kevés alkalom van az egybevetésre.

Három fajt említ BURCKHARDT, a melyeket én is gyűjtöttem, a melyek tehát a retyezati tavak parti és az alpesi tavak siktükri faunájában egyaránt megvannak. Ezek:

Cyclops serrulatus,  
Cyclops strenuus,  
Diaptomus bacillifer.

Az utóbbit BURCKHARDT tévesen nevezi «alpin-faj»-nak (p. 672), mert a könyvében idézett számos DADAY-féle értekezés azt bizonyítja, a mit saját tapasztalataim is igazolnak, hogy ez az állat a középmagyarországi, pusztai jellegű vizekben is nagyon közönséges.

De mindezeknél jobban érdekel jelenleg az a törekvés, melyet BURCKHARDT művében a geográfiai viszonyok méltatásában tapasztaltam s itt örömmel konstatálhatom törekvéseink találkozását. Könyvének végén ugyanis (p. 683) a tavaknak oly csoportosítását kísérli meg, mely a fajoknak a fizikai körülmények szerinti felépését és eloszlását nagyjából épen úgy igazolja, mint saját eredményeim. Hogy ez irányban közelebbi eredményekhez nem jutott, annak oka, hogy felosztása nem az összes földrajzi és ökológiai viszonyok tekintetbe vételére törekedett (mint az enyém). Felosztása a következő:

I. A síkság nagy tavai (750 m.-en alól).

1. Mély, hidegvizű tavak sekély részek nélkül.

2. Mély tavak és mély, melegvizű tavak.

3. Kis mélységű tavak.

II. A síkság kis tavai.

III. A havasi regio tavai (750 m.-en felül).

IV. A Schwarzwald és a Jura hegyi tavai.

Tehát BURCKHARDT összeállítása is igazolja, hogy *bizonyos lótypusoknak bizonyos faj-társaságok felelnek meg.*

A másik munka: Dr. F. ZSCHOKKE: Die Tierwelt der Hochgebirgsseen, 1900. Szerénytelenség volna tőlem, ha e nagy tudós monumentális munkája s az én hézagos soraim közt párhuzamot akarnék vonni; sőt szerencsémnek fogom tartani, ha ZSCHOKKE könyvét alkalmilag részletesebben ismertethetem s példányképül mutathatom be a hazai bűvároknak. E helyen csupán két pontját óhajtom érinteni: az egyik a crustaceákra vonatkozó rész, a másik a fizikai viszonyok céltudatos figyelemmel tartása.

A munka speciális része a systema sorrendjében tárgyalja az édesvízi állatcsoportok szereplését a havasokon a szerző tapasztalatainak és az irodalom adatainak egybevetésével. A munkámban felsorolt fajokról itt a következő adatokat találok.

A *Cyclops strenuus* a hideg tájak tavainak legelterjedtebb, legjellemzőbb *Cyclops*-faja. A *Cyclops vernalis* és *serrulatus* is gyakoriak az Alpokban, de ritka a *Cyclops affinis*, melyet ott legfeljebb 1460 m.-nél találtak, holott az én lelhelyem 1600 m.-en van.

A *Diaptomus bacillifert* ő is, mint BURCKHARDT typusos havasi fajnak veszi s csak egy 1000 m.-en alóli hazai lelhelyét

## A crustaceák elterjedé

	A tó típusa :	Tócsa	Tüzezláp	Agyagos fenekű horpadási tavak				
				Tócsa a Buta- stinánál	Tócsa a Barascul patakánál	Galbinavölgy tavai	Papusza-tó	
	A tó vagy tócsaport megnevezése :	Esőtócsa a Nagy- viz mellett	Gindele völgyfő tavai	1600	1870	1860	1866	
	Magasság méterekben :	635	Nechis völgyfő tavai	1940				
Copepoda	<i>Cyclops serrulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>vernalis</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>affinis</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>strenuus</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>sp. juv.</i>	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Canthocamptus staphilinus</i>	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Diaptomus bacillifer</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>fabricius</i>	.	+	+	+	+	+	+
	<i>Cypria ophthalmica</i>	.	.	.	.	+	+	+
Ostracoda	<i>Eucypria conchacea</i>	+	.	.	.	.	.	.
	<i>Chydorus globosus</i>	.	.	.	.	+	+	+
Phyllopoda	— <i>sphaericus</i>	.	.	.	.	.	+	.
	<i>Alona affinis</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>intermedia</i>	.	.	.	.	.	.	+
	<i>Moina brachiatata</i>	+	.	.	.	.	.	.
	<i>Daphnia alpina</i>	.	+	+	.	.	.	.
	— <i>obtusa</i>	.	.	.	.	+	+	+
	— <i>longispina</i> var. <i>Leydigi</i>	.	.	.	.	.	.	.
	— <i>Mschokkei</i>	.	+	+	.	+	.	.
	<i>Branchipus diaphanus</i>	.	.	+	.	+	.	.
Amphi- poda	<i>Gammarus pulex</i>	.	.	.	.	.	.	.

retyezáti tavakban.

[illegible]

emliti. A Tátra és a Retyezát jellemző faját, a *Diaptomus laticust*, az Alpokban más fajok helyettesítik.

A cosmopolita *Canthocamptus staphilinus* az Alpokban is elterjedt.

A kagylósrákok közül a *Cypria ophthalmica* a magas Schweiz tavainak is közönséges lakója.

Végre a retyezáti ágascsápuak közül a következőket sorolja fel a magas hegységi tavak lakói közt: *Daphnia Zschokkei*, *Daphnia obtusa* (1800 m.), *Alona affinis*, *Chydorus globosus*, *Chydorus sphaericus* és a *Daphnia longispina* több alakja. Természetes, hogy ezek az Alpokban magasabbra is terjedhetnek, mint az 1511 m. magas Retyezáton.

Másrészt azonban — s ez minden egybevágó adatnál nagyobb öröömre szolgál — szerény törekvéseim igazolását is látom azon tágkörű megfigyelésekben, a melyekkel ZSCHOKKE a tenger-szemek fizikai és biológiai viszonyainak kapcsolatosságát megvilágítani igyekezett.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1900 nov. 19.-én tartott üléséből.)





